



AH12031 郡山 義章  
指導教員 岩倉 成志

### 1. 研究の背景と目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震時、都区部の道路では大混雑が発生した。その際にグリッドロック現象の発生が国内で初めて観測された。しかし、分析に使用できるデータが限定的であったことから、未だグリッドロック発生の定量的証明には至っていない。ここで、平均交通量と平均交通密度の2つの指標により道路空間の交通状態を表現する Macroscopic Fundamental Diagram(以下 MFD とする)を用いることで、グリッドロック現象の発生及び拡散をとらえられる可能性を Daganzo (2007)が指摘している。

本研究では、東北地方太平洋沖地震発生時の交通状態を MFD によって表現し、グリッドロックの発生を定量的に示す。また、グリッドロックの拡散の起点を明らかにすることを目的とする。

### 2. MFD を用いた既存研究

Mahmassani ら<sup>1)</sup>は MFD を用いて交通シミュレーションを行い、グリッドロックを定量的に証明できると示している。ここで交通量と交通密度を指標としたシミュレーション結果を図1に示す。MFD の最終点において交通量が0にもかかわらず交通密度の値が残っている。筆者らはこの値が道路で動けなくなった車両の台数、すなわちグリッドロックの規模を表していると考えている。

### 3. データ概要

データは、警視庁より提供いただいた東京都内の幹線道路、137路線 1552地点(環状八号線の内側)の1時間ごとの交通量データ及び、HITACHI タクシープローブデータ、民間プローブデータ、NAVITIME 点列データを統合した1時間ごとの速度データを用いる。期間は2011年3月11日の0時~24時の24時間である。

### 4. 分析手法

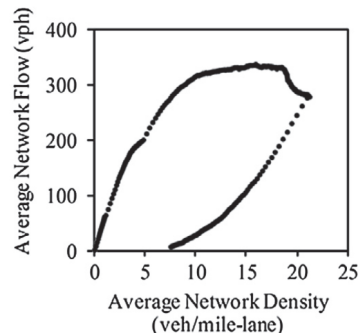


図1 Mahmassani et al.による MFD

#### 4.1. 交通量データの位置特定

交通量データの位置情報は交差点名のみ記載であるため、車両感知器の設置位置が不明である。そこで、googlemap のストリートビューを用いて車両感知器の位置特定を行う。ここで各データの正確性を検討する為、車線数、車両感知器数、オーバーパス・アンダーパスの有無、車両感知器の種類を合わせてデータ化する。

#### 4.2. MFD の描写

各グラフの大きさは地域メッシュの基準地域メッシュとする。各メッシュに属するデータを用い、メッシュの平均交通量  $Q$  及び平均交通密度  $K$  を求める。そして、縦軸を平均交通量、横軸を平均交通密度とした MFD を描く。各データの算出式は以下の通りである。

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^M l_i q_i}{\sum_{i=1}^M l_i r_i} \quad K = \frac{\sum_{i=1}^M l_i k_i}{\sum_{i=1}^M l_i r_i}$$

$Q$  : 1車線当たり平均交通量  $K$  : 1車線当たり平均交通密度  
 $q_i$  : リンク  $i$  平均交通量  $k_i$  : リンク  $i$  平均交通密度  
 $l_i$  : リンク  $i$  の長さ  $r_i$  : リンク  $i$  車線数  $M$  : 全リンク数

また、交通量、車両速度、交通密度の関係を正確に捉える為、各データを備えた時系列グラフを描く。加えて各リンクの交通密度の標準偏差より、各メッシュ内のリンクの粗密を把握する。

### 5. 分析結果

大震災時のボトルネック候補箇所の一つである、日本橋周辺について分析する。

### 5.1. 交通量, 速度, 交通密度の関係性

日本橋周辺の一部路線の交通状態を表す時系列グラフを図2に示す。4日及び11日の交通量は14時までほぼ同じ軌跡を辿っている。また、交通密度は10台/km前後、速度は30~40km/hであり交通流が円滑であることが分かる。一方、15時以降では11日交通量及び速度が急激に低下し、それに伴い交通密度は急上昇している。これらの指標より、路線の交通機能が著しく低下しており、渋滞状態に陥っている可能性が高いと考えられる。

### 5.2. MFDの軌跡

日本橋周辺の11日14時時点、11日24時時点のMFDを図3に示す。2つの図の形状より、震災発生後に急激な交通密度の上昇が見られる。これは車頭間隔が縮まっていることを表しており、混雑の悪化を示唆している。

### 5.3. 日本橋周辺のMFD

日本橋周辺のMFDを図4に示す。各グラフが図1で示したシミュレーション結果と似たような図を描いている。このことからグリッドロックに似た現象が発生している可能性があると考えられる。

### 5.4. 平均交通密度の標準偏差の時系列変化

日本橋周辺の平均交通密度Kを算出し、1時間ごとの標準偏差を図5に示す。15時以降の値が高いことが見て取れる。これより、震災発生後からリンク間の混雑の粗密が大きくなっていることが分かる。つまり、メッシュ内に車両密集地帯と散在地帯が発生していることを示唆している。

## 6. まとめ

MFDを用いることで都区部の交通状態を明確にすることができた。また、MFDにおいてシミュレーションに似た軌跡を描くことができた。しかし、グリッドロックの拡散の起点を十分に示すことができていない為、今後さらなる検討、分析が必要である。

参考文献

- 1) Mahmassani, H.S., Saberi, M. and Zockaie, A. : Urban network gridlock: Theory, characteristics, and dynamics, Transportation Research Part C, Vol.36, pp.480-497, 2013.
  - 2) 清田裕太郎, 岩倉成志, 野中康弘 : 東日本大震災時のグリッドロック現象に基づく都区内道路のボトルネック箇所の考察, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.70, No.5, p.1\_1059-1\_1066, 2014.
- 謝辞:本研究を行うに際し、多大なるご協力をいただきました株式会社道路計画の野中様、清田様に厚くお礼申し上げます。

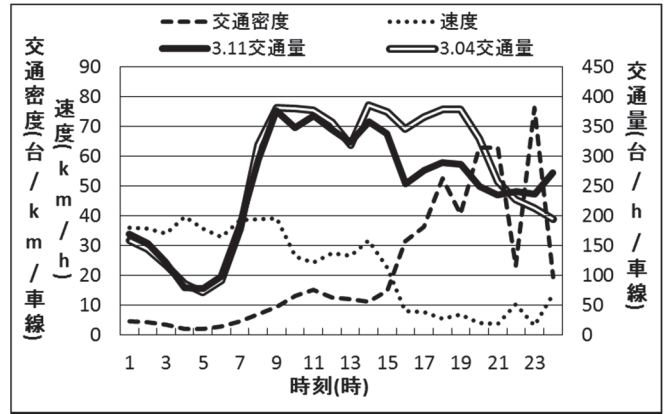


図2 永代通り (江戸橋一丁目 ~ 日本橋)

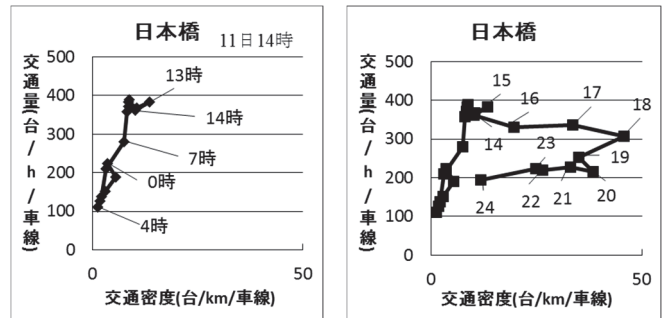


図3 日本橋周辺におけるQK図の軌跡

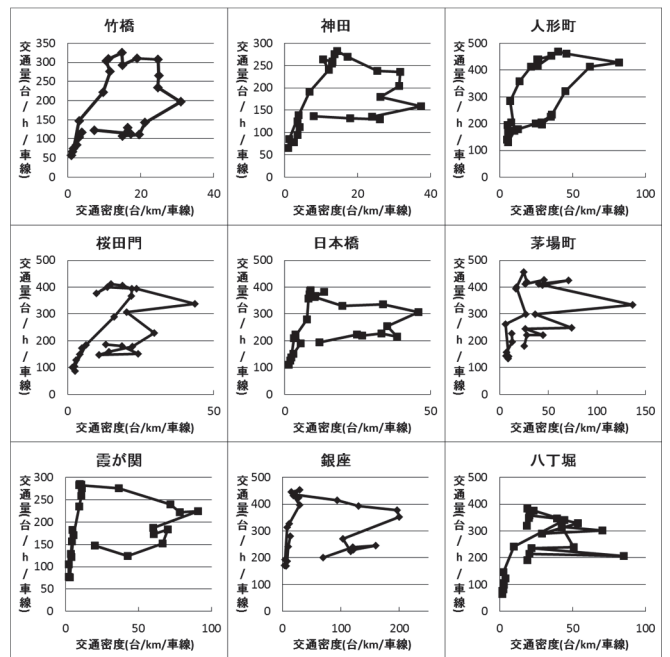


図4 日本橋周辺のMFD

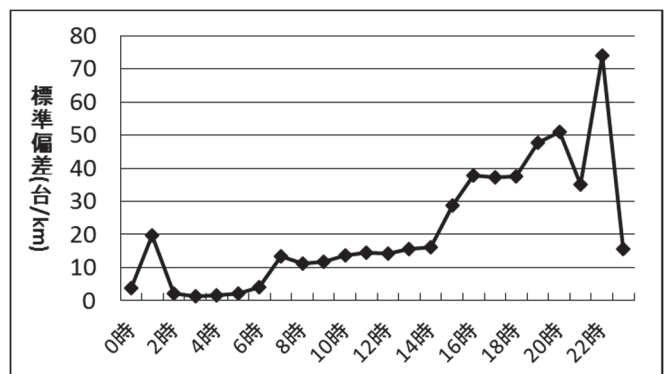


図5 平均標準偏差の時系列変化