

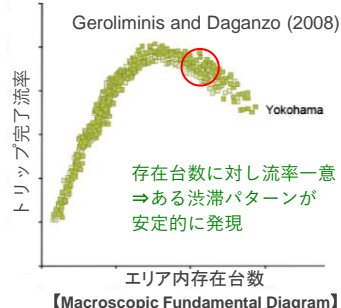
# 動的配分理論による 道路ネットワークの交通性能解析

Traffic Performance of Analysis of Road Network based on Dynamic User Equilibrium

東京大学 生産技術研究所 大口研究室 (交通工学) 佐津川功季  
http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/

## Macroscopic Fundamental Diagram (MFD)

- ❖ MFD: エリア内の存在台数とトリップ完了流率 (エリアからの流出交通量) の関数関係
- ❖ 観測情報 (存在台数) からエリア交通性能をリアルタイムに把握→制御法構築の有用な指標
- ✓ 実際の活用にはMFDの形状が決定されるメカニズムの理解 (e.g., 性能低下原因) が必要
- ✓ 形状を特徴付ける1つの鍵は渋滞パターン (混雑の空間分布) であることが明らかに
- 再現性の高い渋滞パターンからMFD挙動の背後にあるメカニズムを解明できないか?



### 【研究目的】

渋滞パターンに基づくMFDの理論解析手法を構築し、その形状決定メカニズムを解明する

## 提案手法

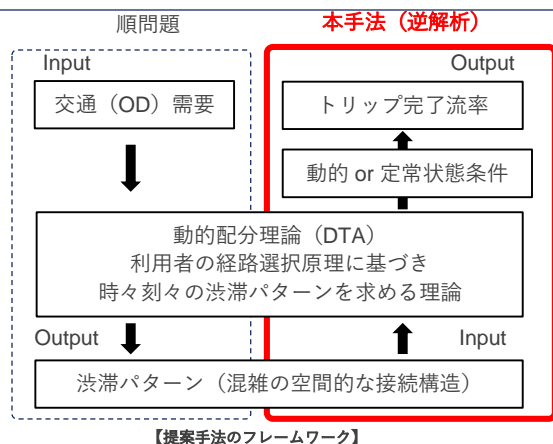
### 1: 渋滞パターンを与件としたDTAの逆解析

- 渋滞パターンを入力としトリップ完了流率を求める **逆問題を定式化**
- 提案逆問題は線形連立方程式に帰着  
⇒ 渋滞パターンとトリップ完了流率の **解析的な関連づけが可能**

### 2: 感度分析によるトリップ完了流率低下メカニズムの考察

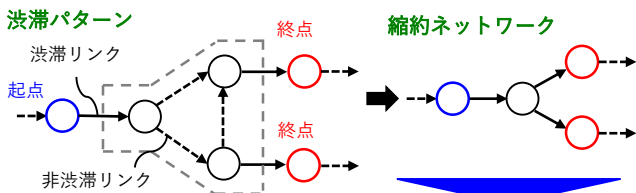
- リンク容量の変化に対する解析式の感度分析式を導出
- **リンク容量低下によりトリップ完了流率の低下**を引き起こす渋滞パターンを特定し **低下メカニズムを解明**

### 3: 数値計算による結果の検証



## 結果1: トリップ完了流率の解析式

トリップ完了流率は、渋滞リンク同士の接続関係を表す **縮約ネットワークの構造と起終点分布** により特徴付けられる



【1 起点多終点ネットワークのトリップ完了流率 (定常状態)】

$$g = A_d M A_d^T - 1 - (A_d M A_i^T (A_i M A_i^T)^{-1} [A_i M A_d^T - 1 - \delta_i] + \delta_d)$$

A: 縮約ネットワークにおけるノード・リンク接続行列

(添字: ノード集合に対する部分集合を表す)

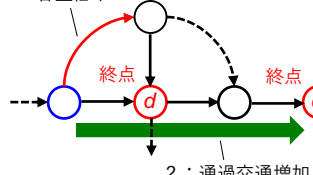
$i, d$ : 通過・終点ノードの集合 M: リンク容量の対角行列

## 結果2: エリア交通性能の低下メカニズム

渋滞延伸の結果生じるリンク容量低下によるトリップ完了流率の低下は次の **2つのメカニズムによって発現する**

- ① 終点への渋滞延伸による **トリップ完了フローのブロッキング**
- ② 異なる終点を持つ利用者による **終点流入リンク容量の奪い合い**

1: 容量低下



②の例:

1: 渋滞延伸によりリンク容量低下

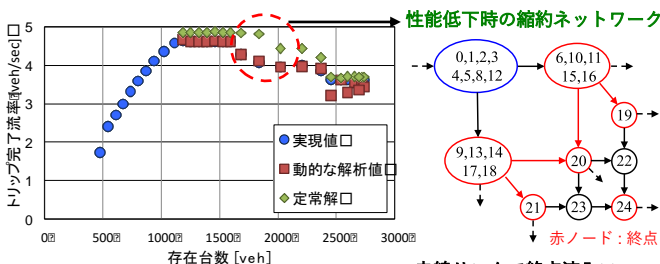
2: 終点d'に向かう利用者が終点dを経由する経路をより利用する

⇒ 終点dに流入するリンクの容量中終点通過フローの割合が増加

【渋滞パターンと低下要因リンク (赤線)】 ⇒ トリップ完了流率は低下

異なる終点を持つ利用者同士の相互作用 (ブロッキング・経路選択行動) によりネットワークの性能は低下する

## 結果3: 数値計算による理論の検証



動的な解析値と実現値はほぼ一致

## まとめと今後の課題

- 渋滞リンク同士の接続関係と起終点分布がエリア性能を特徴づけることを明らかにした
- トリップ完了流率の低下が2つのメカニズムに基づき発現することを明らかにした
- ✓ エリア性能に顕著な影響を与えるリンクを特定  
⇒ 制御するための有用な知見を提供可能
- 今後は、交通制御 (e.g., 信号制御) とMFDの関係を明らかにし、ネットワーク制御のための基本ロジックの考察やその特性の解析が重要な研究課題となる