

# 交通流とデータサイエンス

只木進一  
佐賀大学理工学部

2023/12/15

- ① 序論
- ② 交通流現象を知る
- ③ モデル化
- ④ データ分析
- ⑤ まとめ

# 序論: 交通流研究の始まり

- 1950年代: 自動車の普及
  - モデル化: シミュレーションはできない
- 1990年代: モデル化とシミュレーション
  - 巨視的モデル: 流体
  - 微視的モデル: Cellular Automata, 追従モデル
- 実測データ
- 実験

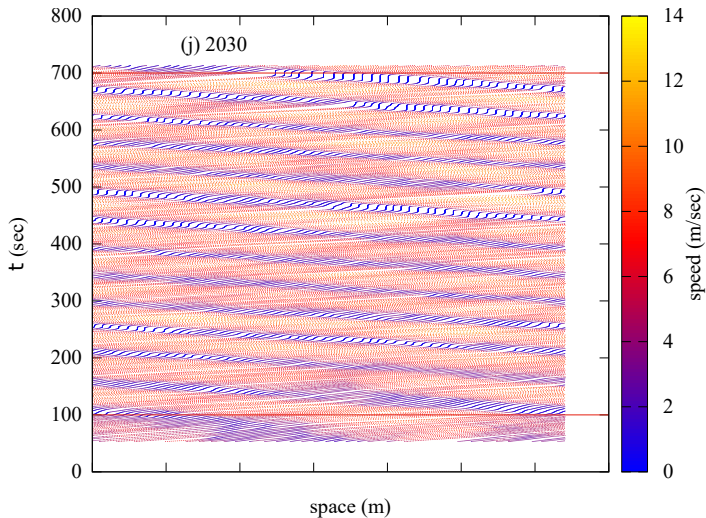
# 高速道路の交通流

- 信号等はない
- トンネルやサグなど、速度低下要因はある
- 画像を見てみよう

# 交通流現象を知る：実験

- 2002 年?、中日本自動車短大
- 2009 年、ナゴヤドーム
  - 直径 100m の円形コース
  - 車両数を変化させて、実験
  - 渋滞形成を計測
  - 動画を見る

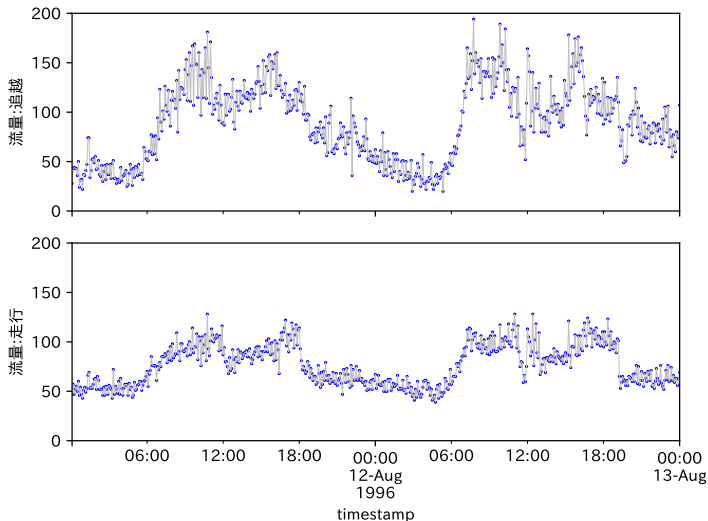
## 車両の軌跡



# 高速道路のデータ

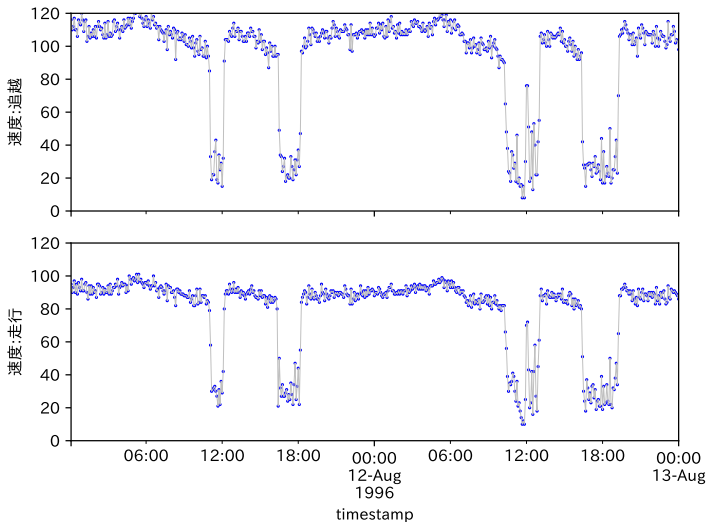
- 約 2km 毎にインダクションループ
  - 通過する車両数
  - 通過した車両の平均速度
- 東名高速道路 172.65 キロポスト上り車線
- 日本坂 PA の西
- 下流 (東京側) に日本坂トンネル
- 1996 年

# 高速道路のデータ：流量時系列



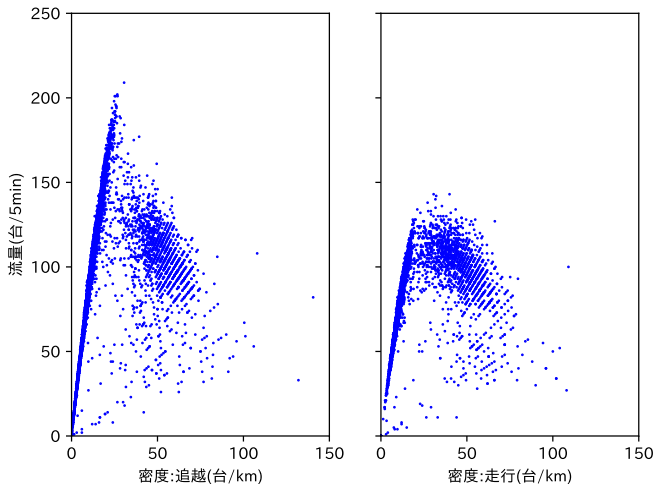


# 高速道路のデータ：速度時系列



# 高速道路のデータ: 基本図

基本図:8月



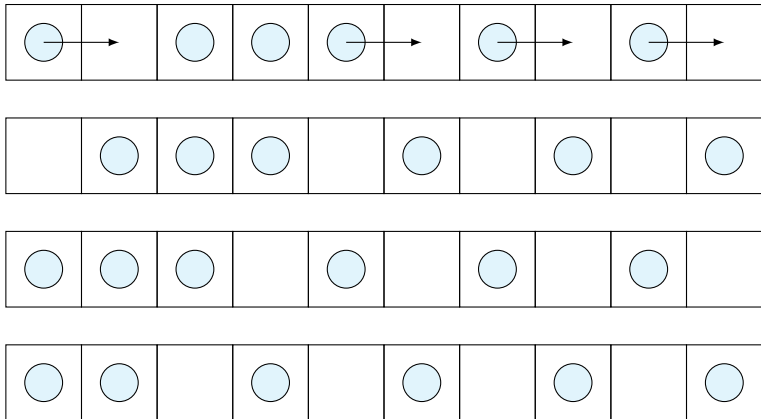
# モデル化

- 目的: 現象の重要な側面を再現する
- できるだけ簡単なモデル
  - 何が重要な要素かを知る
  - 数理的解析で分かる部分を多く

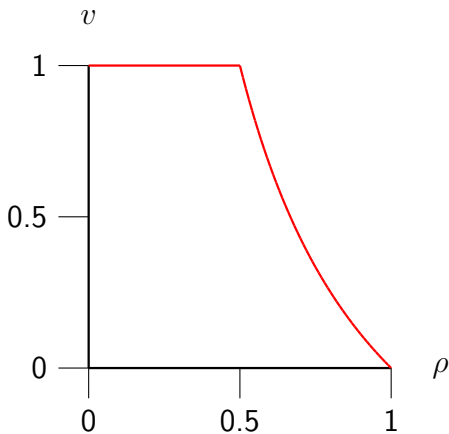
# 交通流の重要な要素は 一車線路

- 排除体積効果
  - 一つの場所に、一台の車両
  - 車両は有限な長さ: 5m 程度
- 時間遅れ
  - 先行車両の挙動への追従に遅れ
  - 停止から始動: 一定の車間距離が空く
  - 走行からブレーキ: 一定の車間距離に近づく

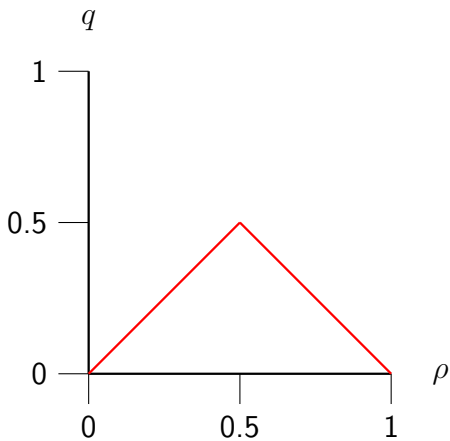
# Cellular Automaton Model



## CA model: Speed



## CA model: Flow



# その他の交通流モデル

- Nagel-Schreckenberg model
  - 最高速度が 1 より大きいセルオートマトンモデル
  - 加減速
- 最適速度モデル
  - 車頭距離に応じた最適速度
  - 現在の速度と最適速度の差に応じた加減速
  - 連立微分方程式



# データ分析の目的

- 交通流の特徴量を客観的に知りたい
- モデルが説明すべきポイントを得たい

# k-平均法

- データ点をグループ (クラスター) へ分類
- 事前のラベル付けなどの準備が不要
- 手法概要
  - $k$  個の中心を選び、その点に近いデータ点に分類: Voronoi 分割
  - データ点の重心を新たな中心に選ぶ
  - 上記を繰り返す
- silhouette 指標を使って最適な  $k$  を求める

silhouette 指標:  $s(i)$ 

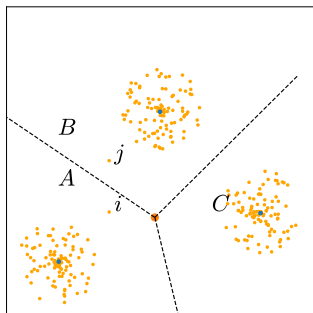
$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))}$$

- 頂点  $i$  に対して:  $i \in A$

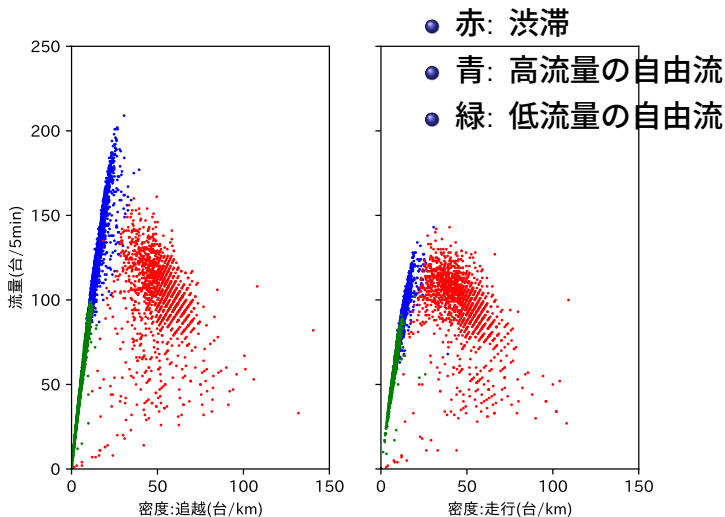
$$a(i) = \langle d(i, k) \rangle, \forall k \in A$$

- 他のクラスタ内の  $i$  に対する最近接点  $j \in B$

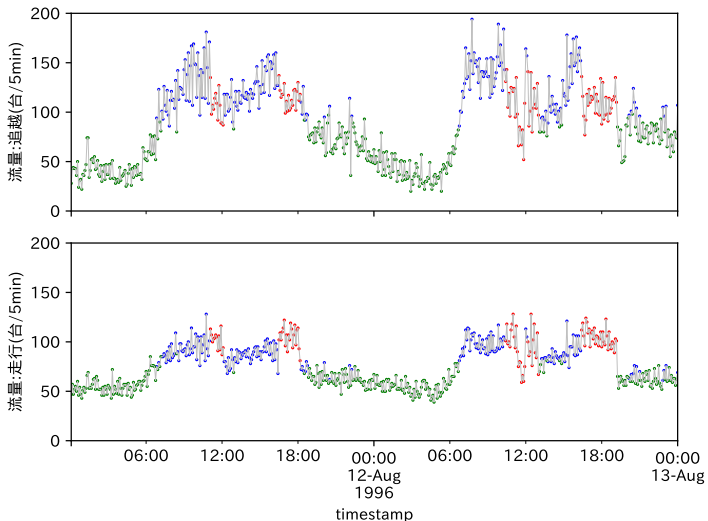
$$b(i) = \langle d(i, k) \rangle, \forall k \in B$$



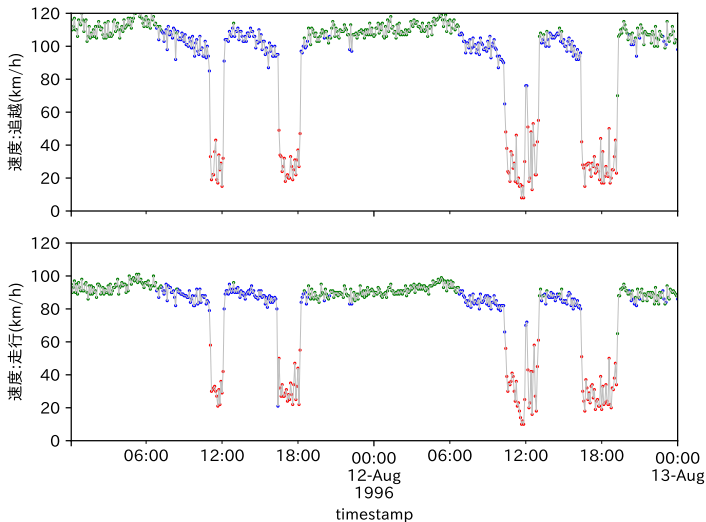
## 分類結果: 基本図



# 流量時系列で見る



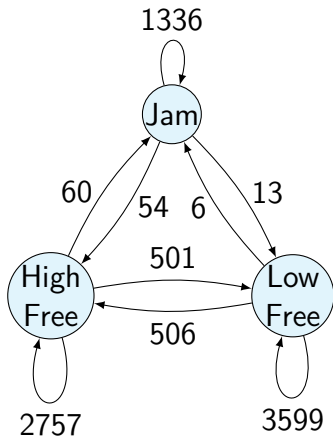
# 速度時系列で見る



# 時系列としての分析はしていないが

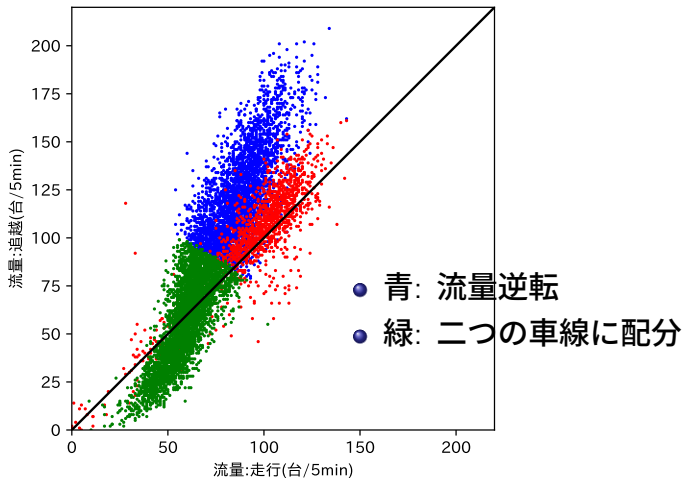
- 青: 高流量自由流
  - 流量増加
  - 速度低め
  - 速度低下
- 緑: 低流量自由流
  - 流量減少

## 状態遷移

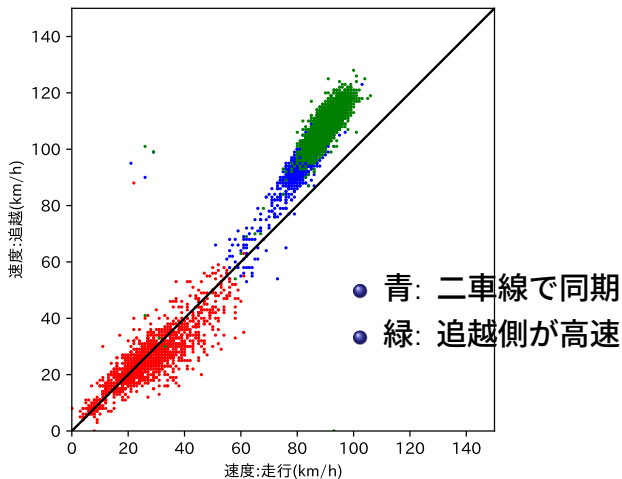




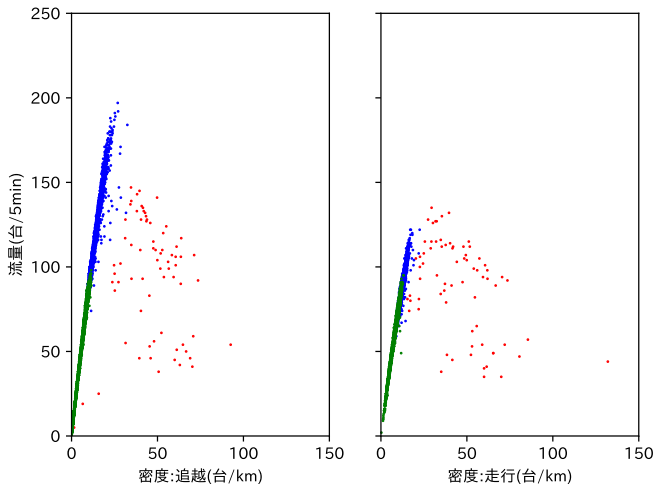
# 流量逆転



# 速度相関



# 8月のモデルで2月のデータを見る



# まとめ

- 交通流データからモデルへ
  - 排除体積と時間遅れ
  - 簡単なモデルで、基本図や渋滞クラスタ後退を再現
  - モデルの拡張
- 高速道路の実測データ: 8月、速度・流量の空間
  - $k$ -平均法でグループ化:  $k = 3$
  - 自由流を2分割、渋滞
  - 流量の大きい自由流から渋滞への転移
  - 主観的分類をデータで裏付け

# まとめ: 2

- 渋滞が少ない月
  - 8月の学習モデルの活用
- 時系列としての扱いが課題