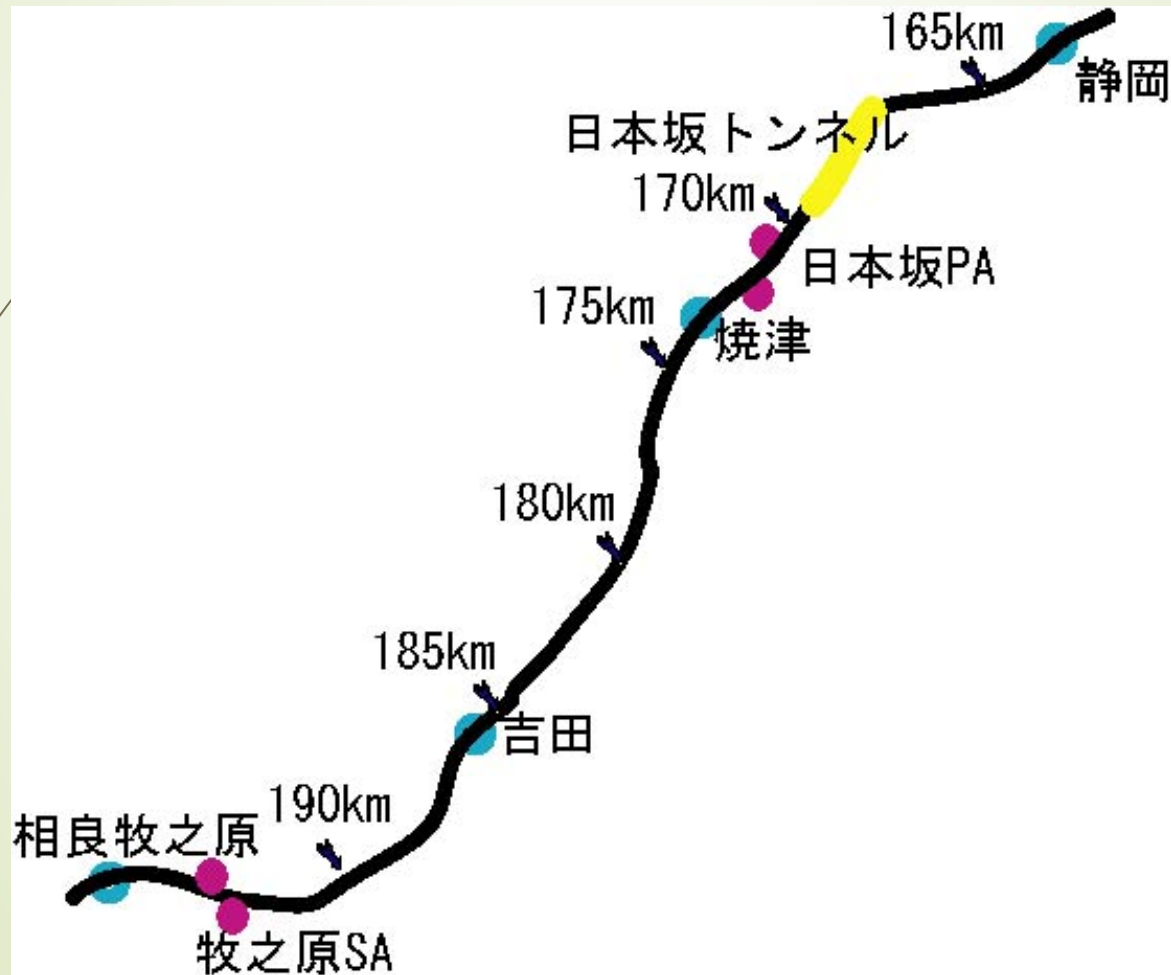


# 簡単な交通流モデル モデリングとシミュレーション

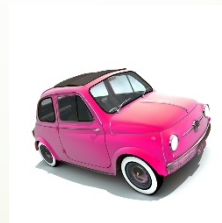
2020年度

# 実測：日本坂トンネル 1996年8月9日



# 観測

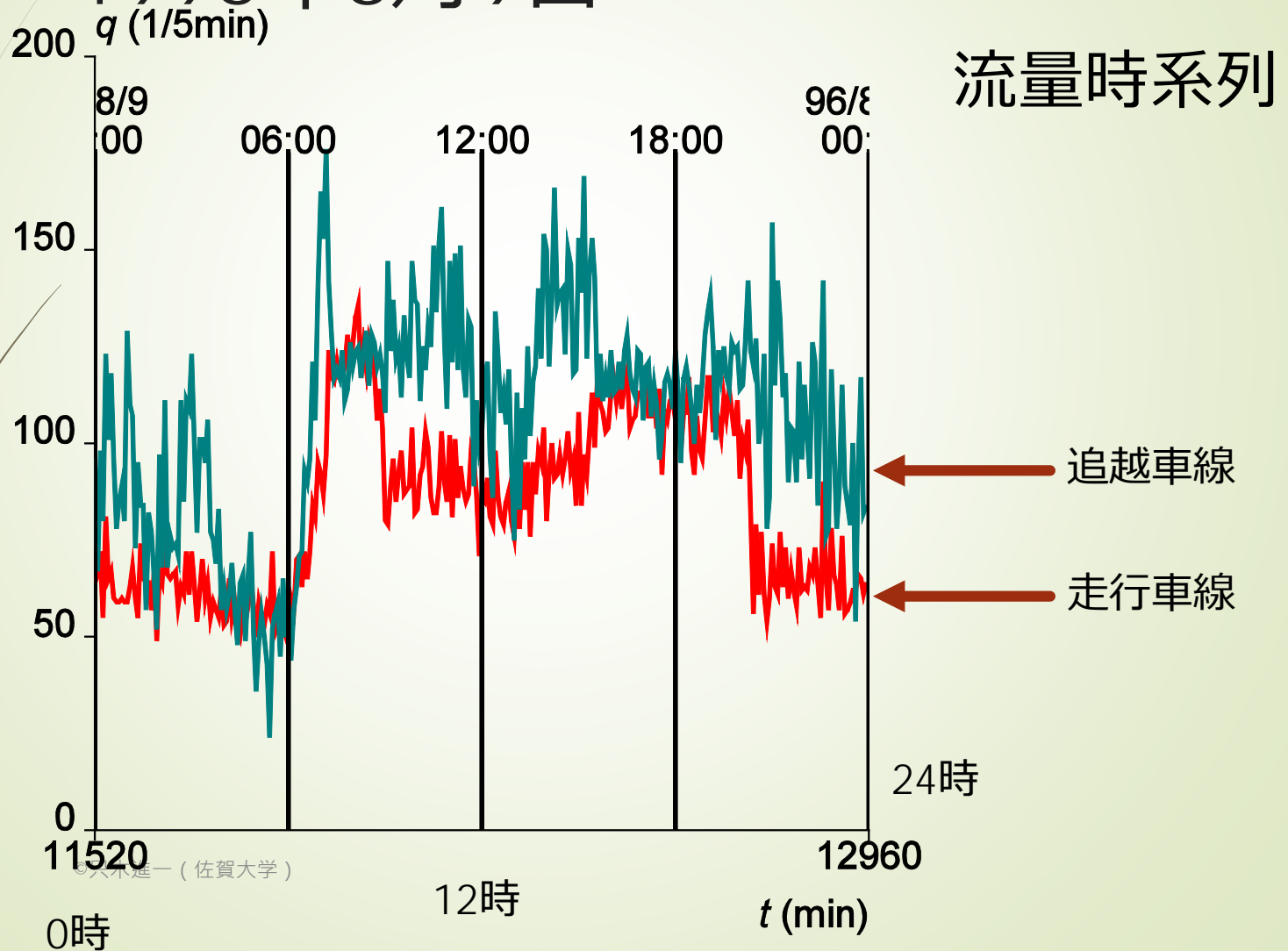
- コイルに発生するパルスから通過車両数を計測
- 二つのコイルに発生するパルスの時間差から速度を計測
- 5分毎に集計

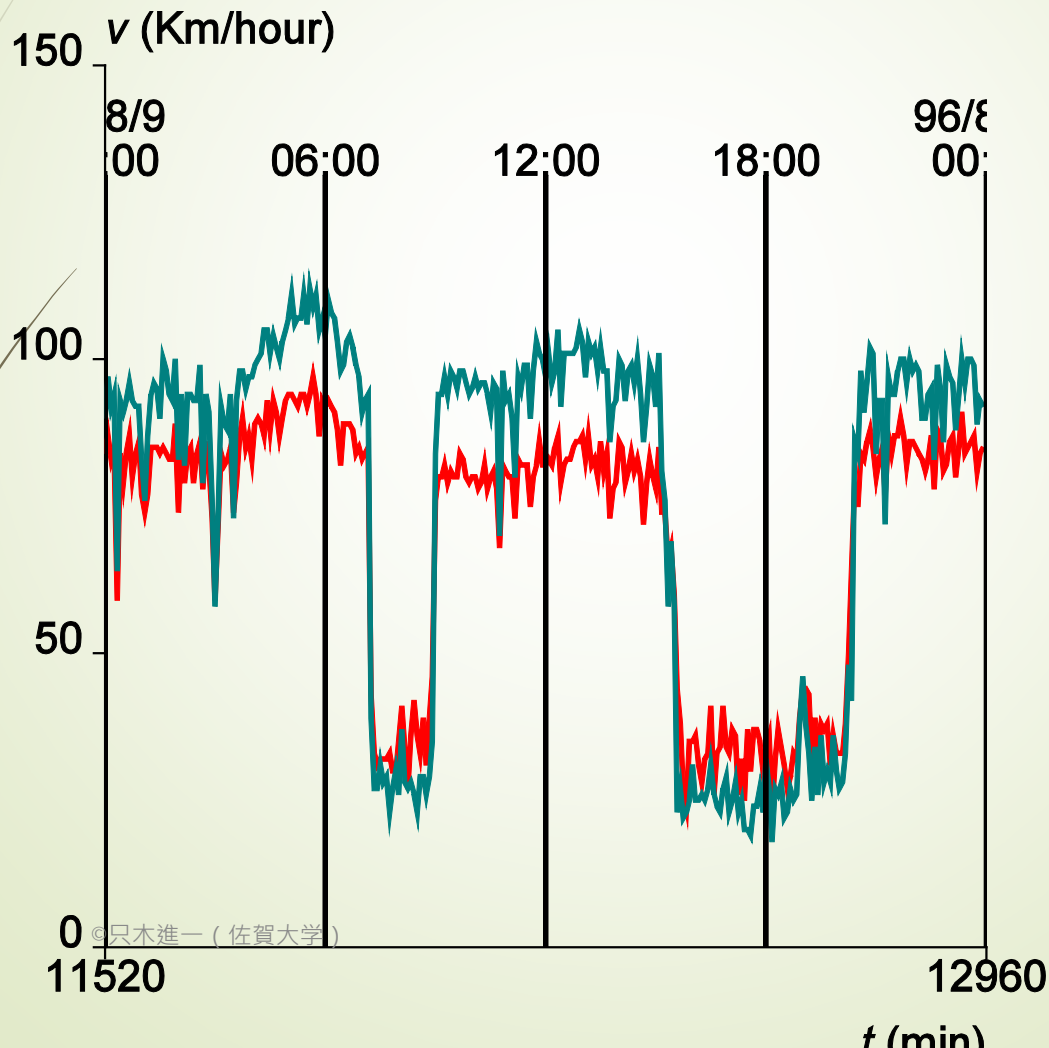


コイル

# 実測：日本坂トンネル

## 1996年8月9日

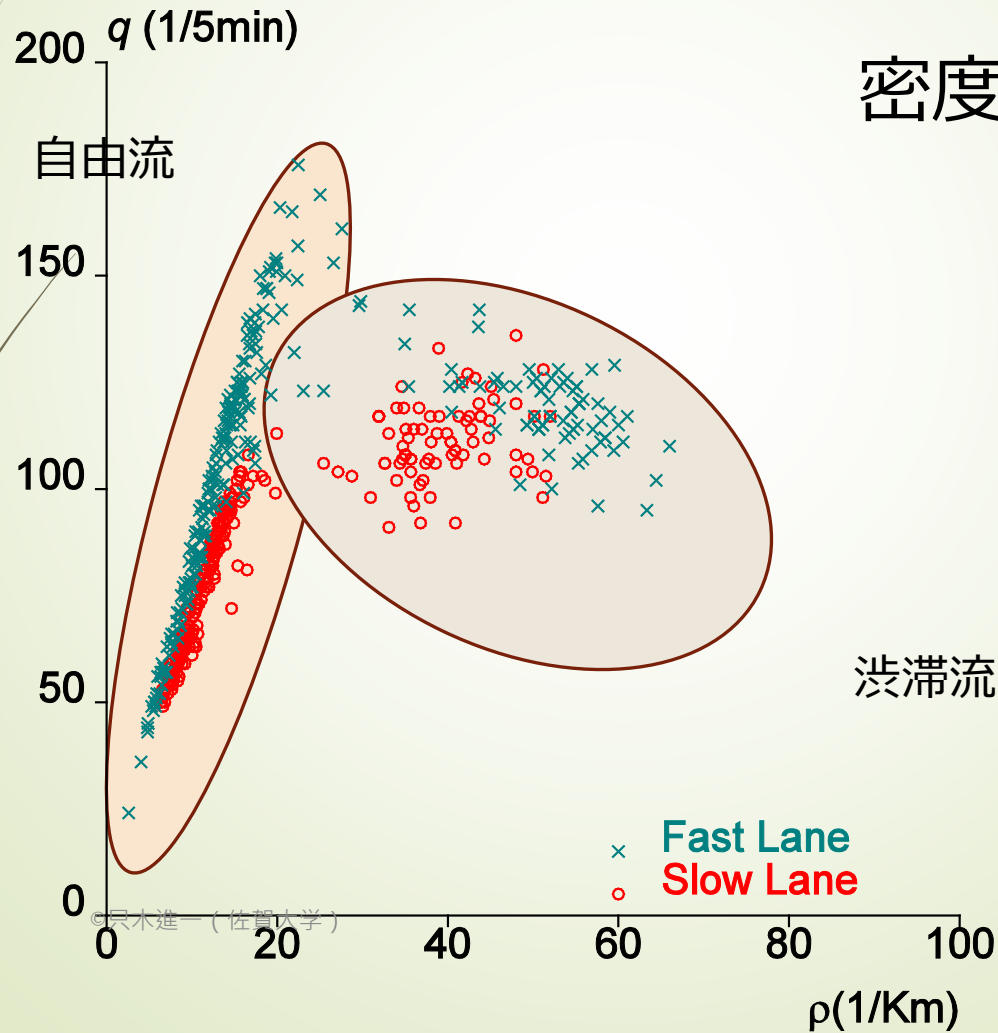


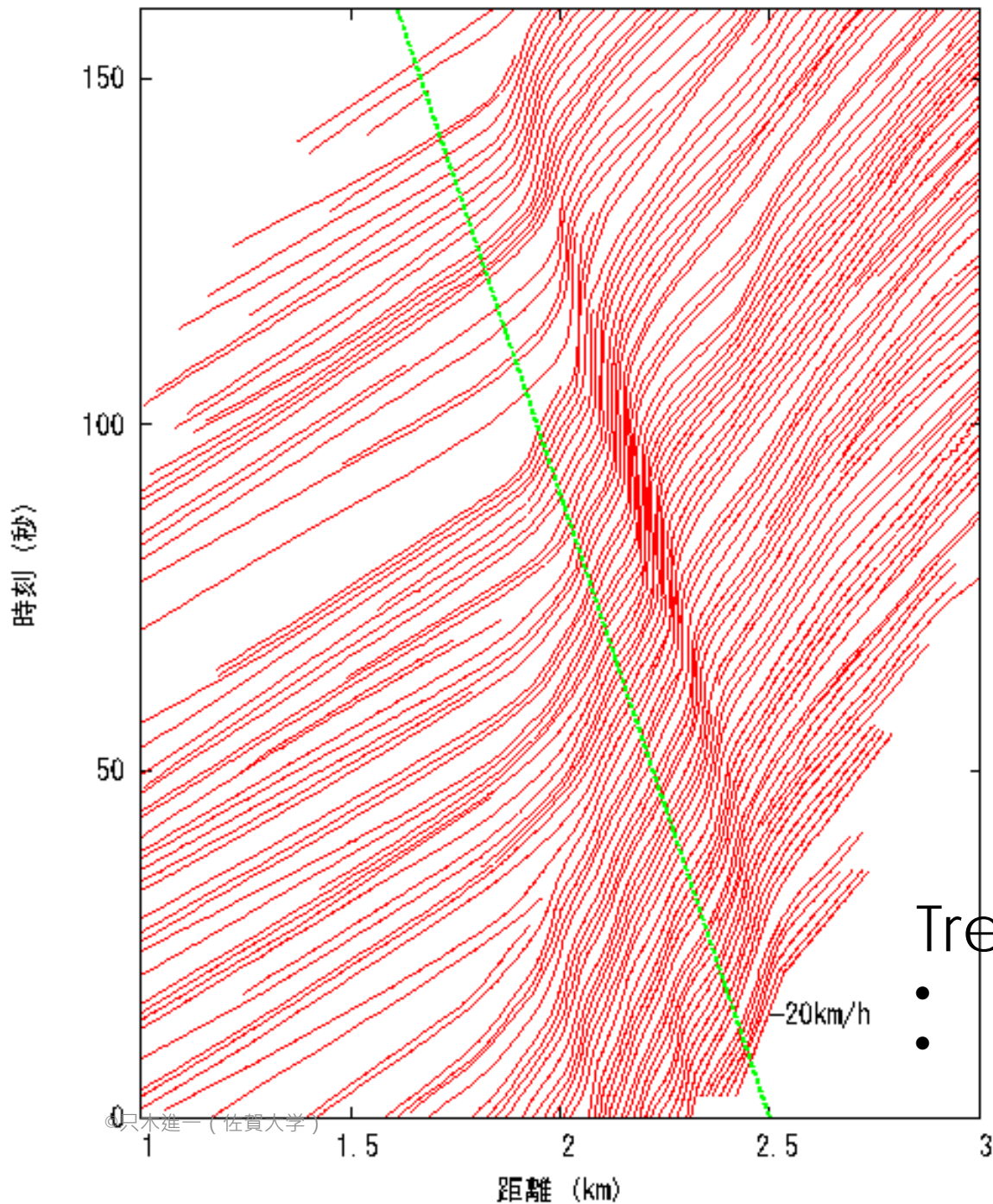


速度時系列

渋滞形成が  
はっきり見  
える

# 基本図：密度-流量相関



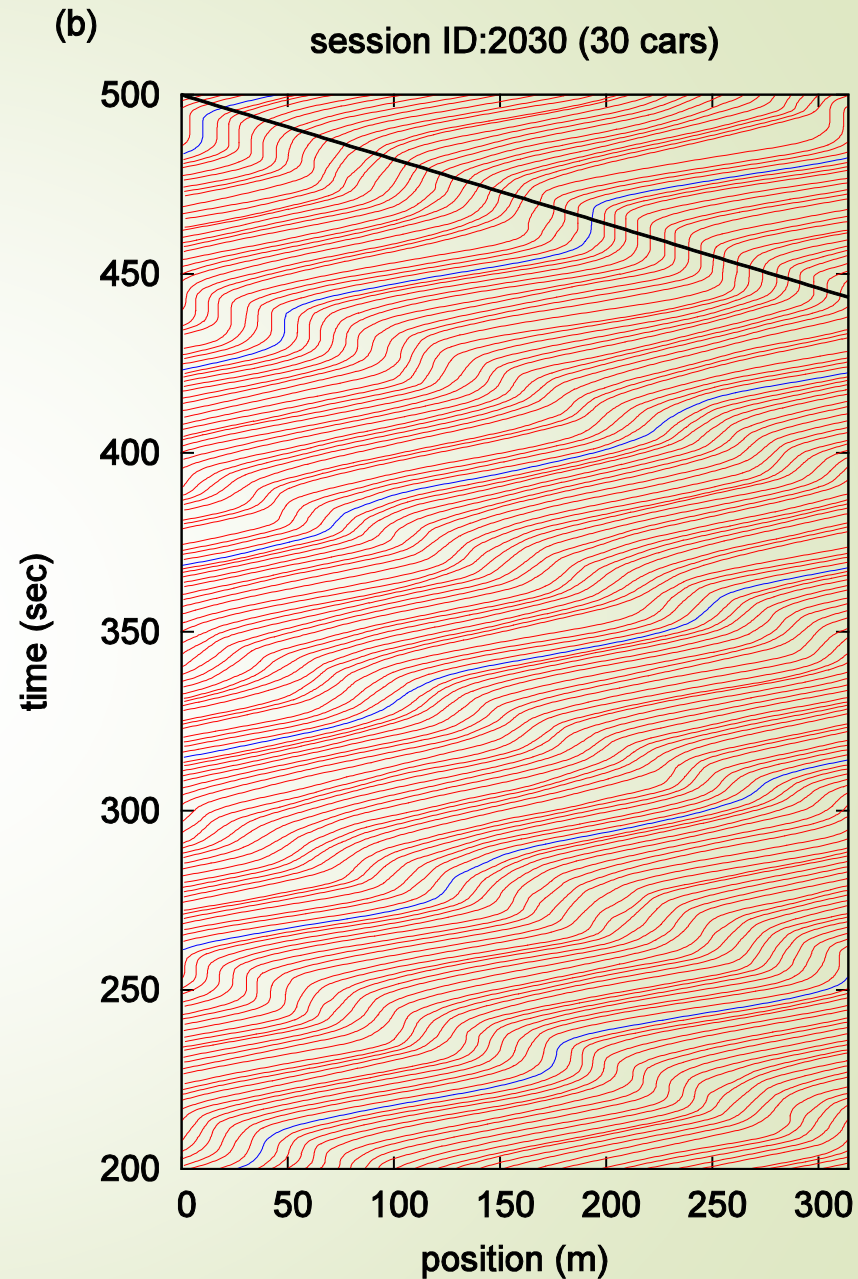


## Treitererの空撮

- 渋滞形成
- 渋滞クラスタの後退

# 交通渋滞実験 Tadaki他(2013)

- 渋滞の形成
- 渋滞クラスタの後退
- <http://iopscience.iop.org/1367-2630/15/10/103034/article>
- [動画](#)





# モデル化：離散版

## ➡ 重要な様相

- ➡ 車は**有限な長さ**があり、同じ場所を二つの車両が占めることができない（排除体積効果）
- ➡ 前の車両に**遅れて追従**

# 最も簡単なセルオートマトン交通流モデル

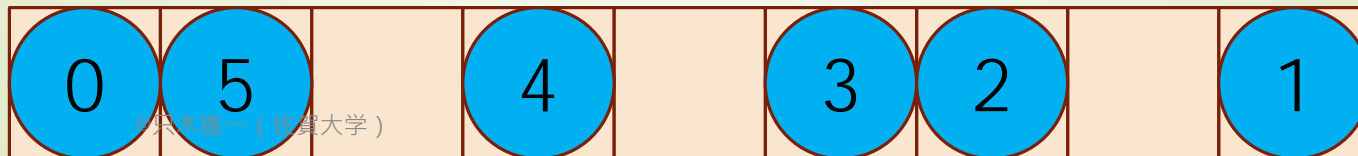
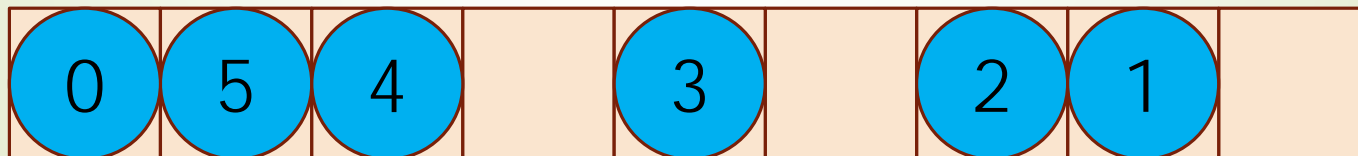
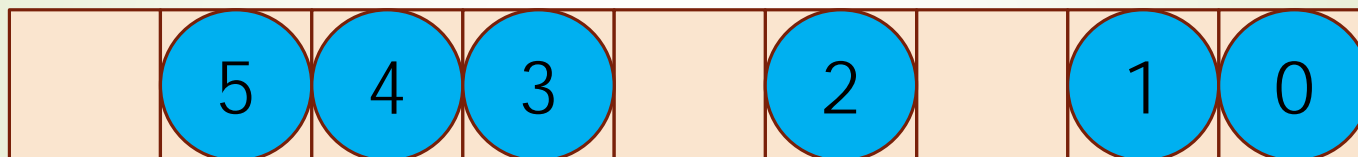
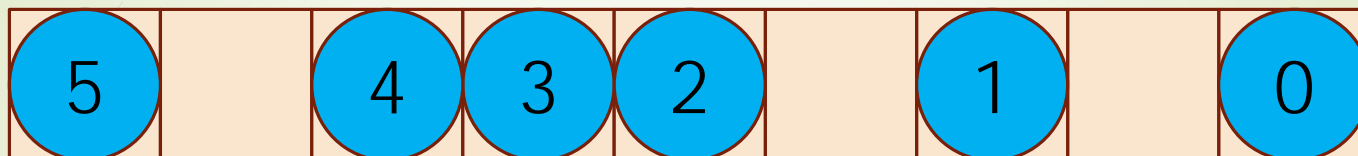
- 一つのセルに一つの車
- 車は、前が空いているときだけ前に一つ進む
- すべての車両は同時に動く

$$(10111000)_2 = 184$$

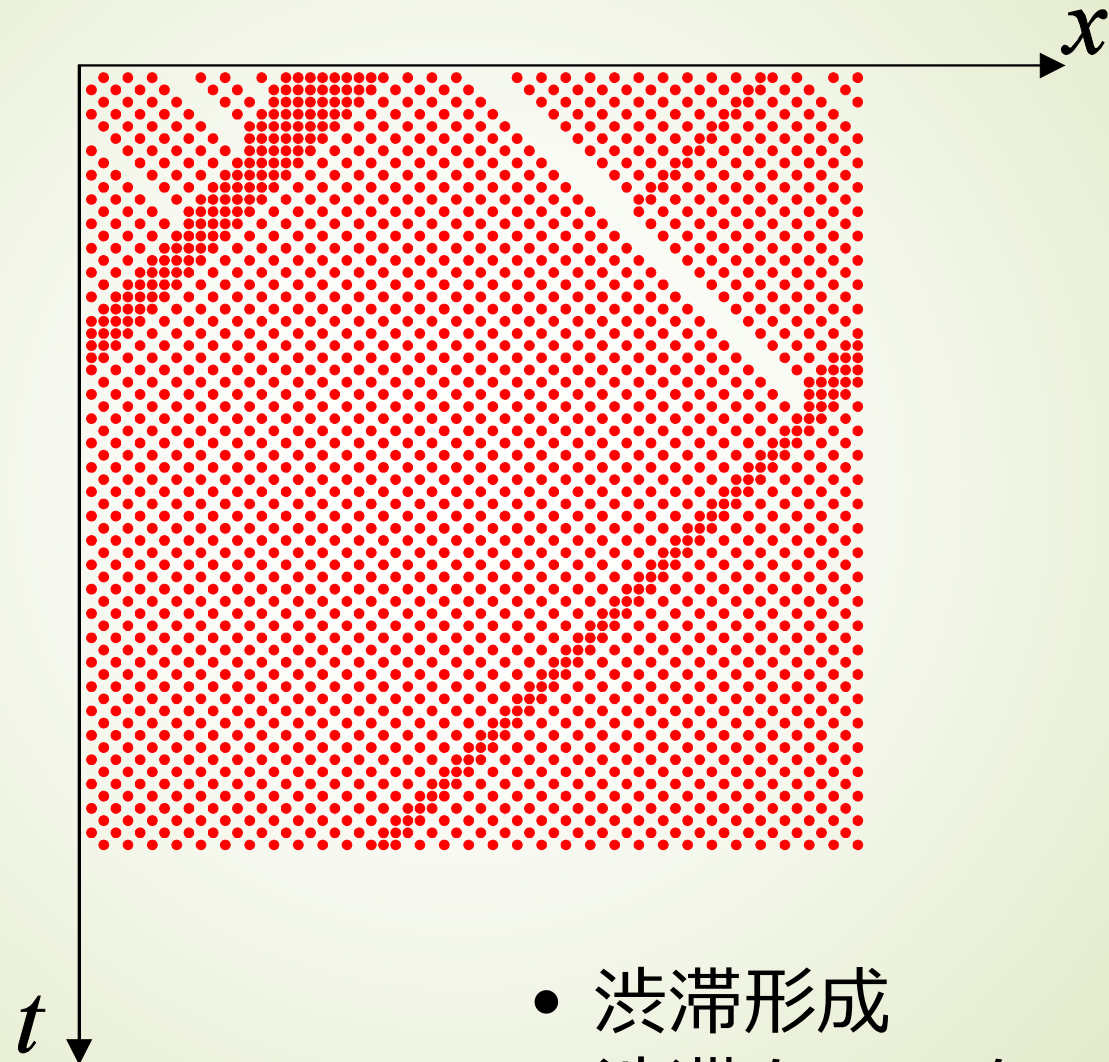
入力	111	110	101	100	011	010	001	000
出力	1	0	1	1	1	0	0	0

注意：周期境界条件

11



# シミュレーション結果

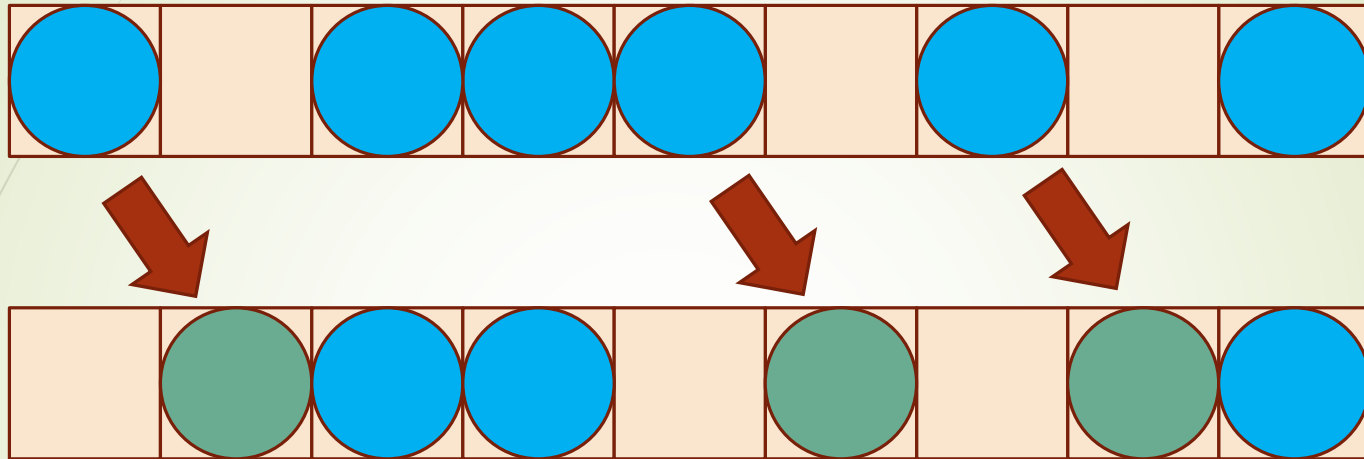


©只木進一 (佐賀大学)

- 渋滞形成
- 渋滞クラスタの後退

注意：周期境界条件

13



移動した車両の数  $N_{\text{move}} = (\text{値の変化したセルの数 } N_{\text{diff}}) / 2$

ある時刻での移動車両数  $N_{\text{move}}(t)$

# 平均速度と平均流量

- モデルでは、速度は0または1
- 平均速度は、移動した車両数を全車両で割る

$$\langle v(t) \rangle = N_{\text{move}}(t)/N$$

- 流量：一つのセル当たりの移動した車両の総数(セルの総数 $L$ )

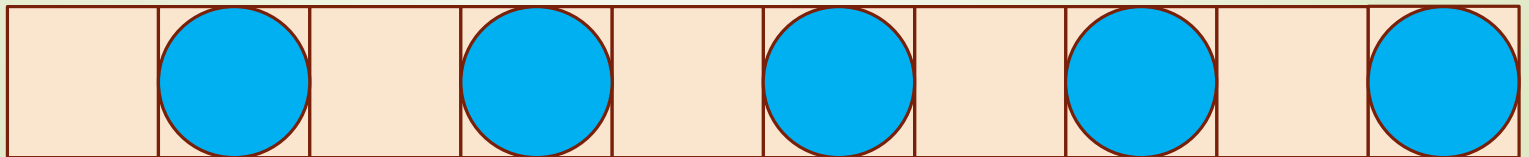
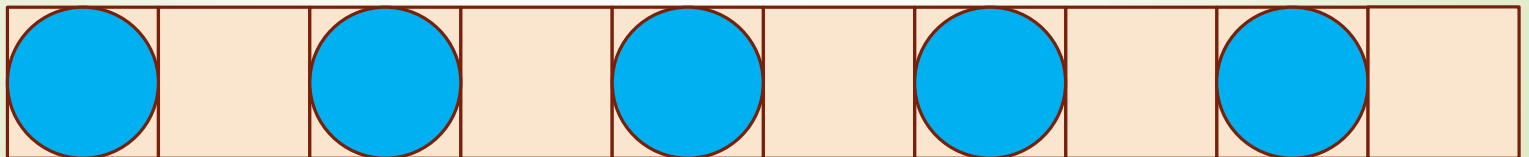
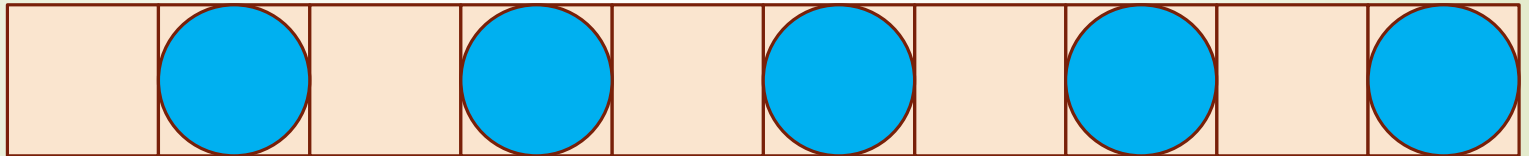
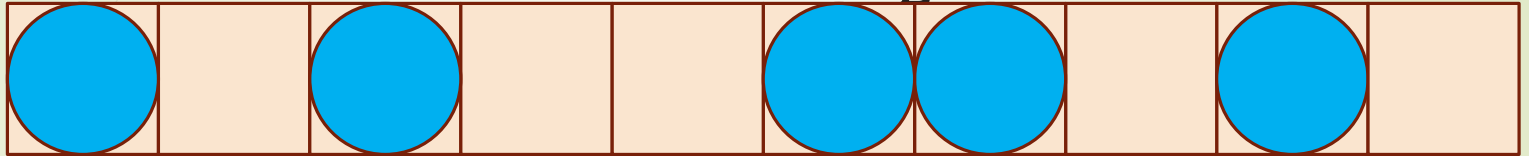
$$q(t) = N_{\text{move}}(t)/L$$

# 超簡単理論的理解

- サイト数 $L$ (偶数)、周期境界条件
- 車両数 $N$
- 密度 $\rho = N/L$
- $N/L \leq 1/2$ 
  - 時間がたつと、すべての車両の前に空白
  - すべての車両が速度1で走行

16

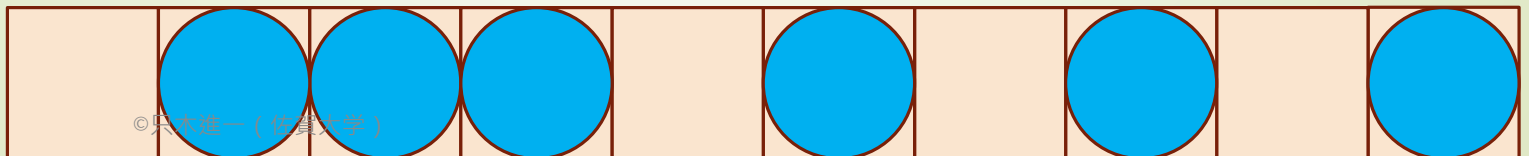
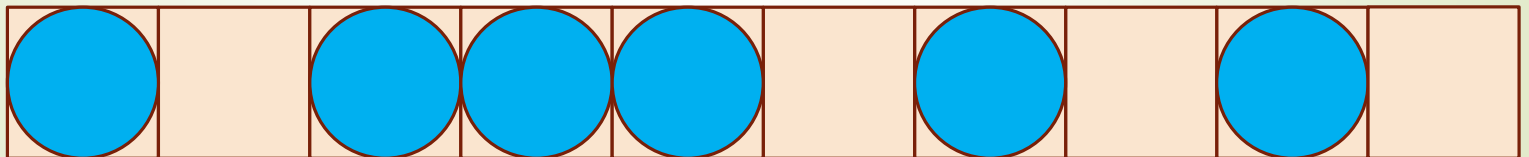
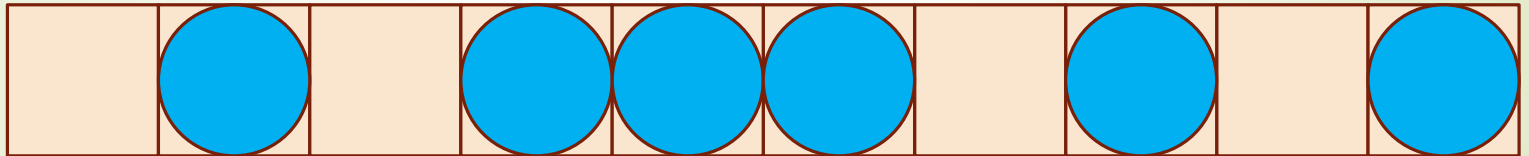
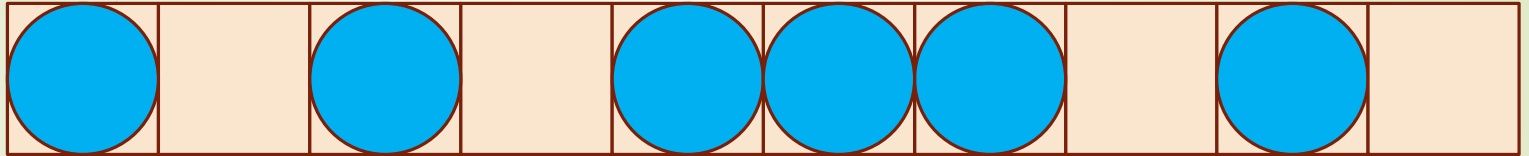
ちょうど半分  $\rho = \frac{N}{L} = 1/2$



各車両の前に空白



# 1台追加



© 只本道一 (佐賀大学)

動けない車両は2台

# 平均速度を密度で表現 1台追加の場合

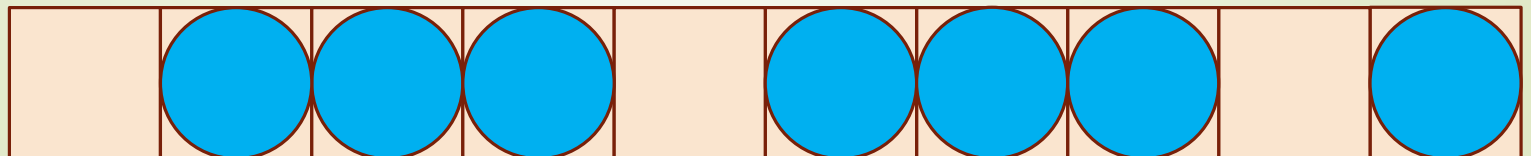
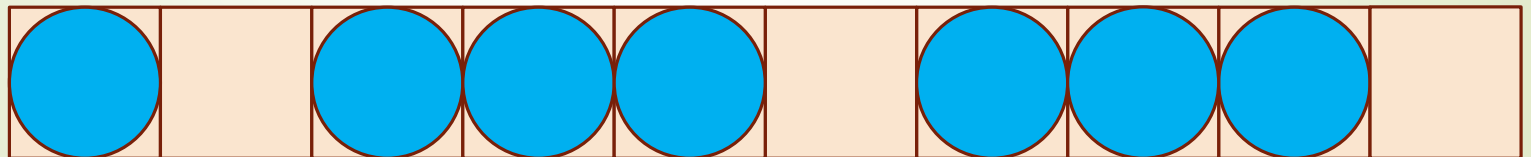
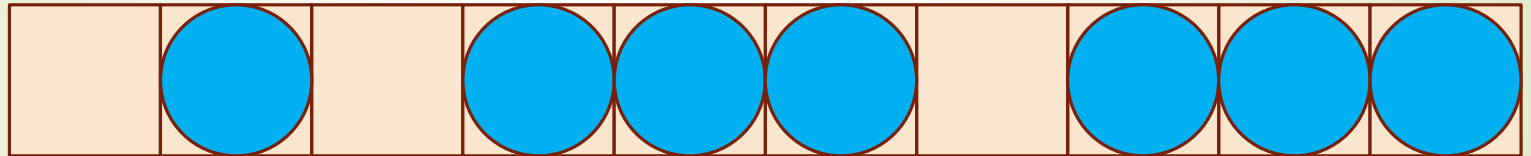
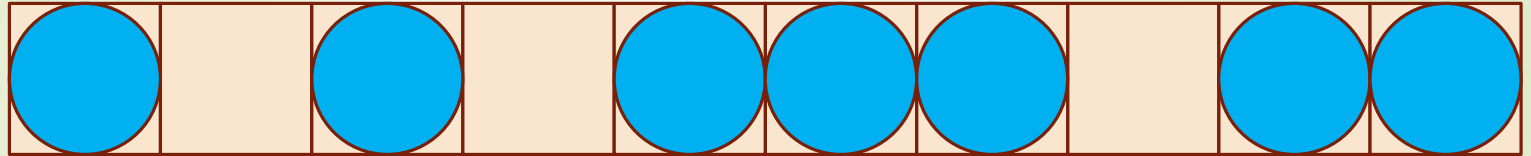
$$N = \frac{L}{2} + 1$$
$$\rho = \frac{1}{2} + \frac{1}{L}$$

- ▶ 止まっている車両の数は2
- ▶ 平均速度

$$v = \frac{N - 2}{N} = \frac{\rho - 2/L}{\rho} = 1 - \frac{2}{\rho L} = 1 - \frac{2}{\rho} \left( \rho - \frac{1}{2} \right)$$

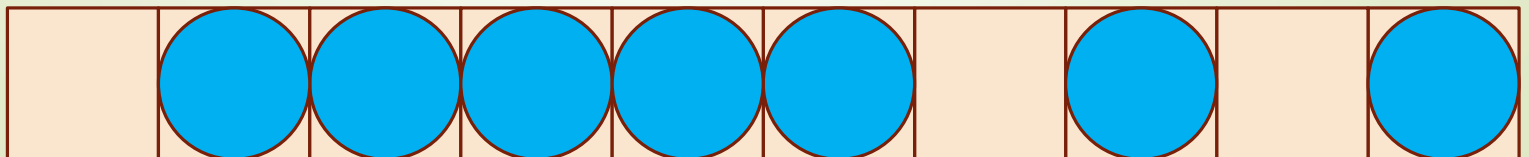
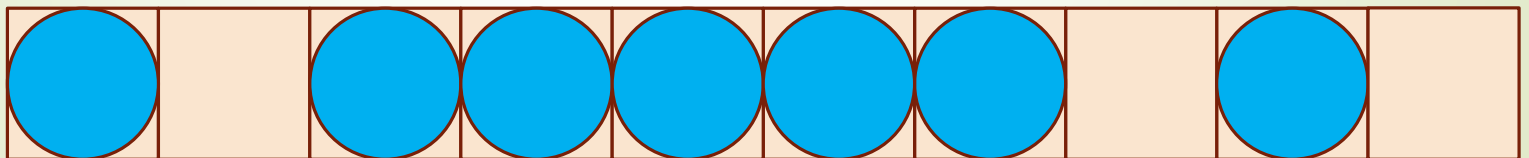
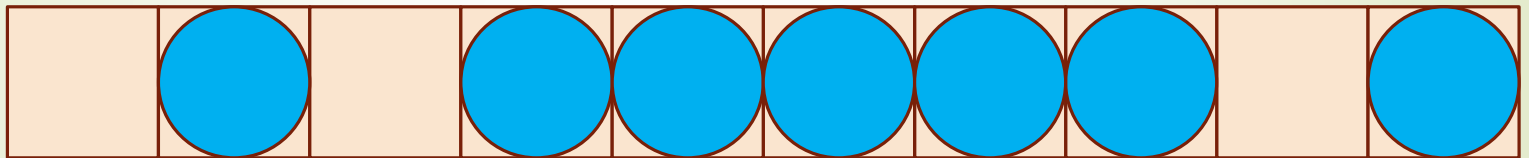
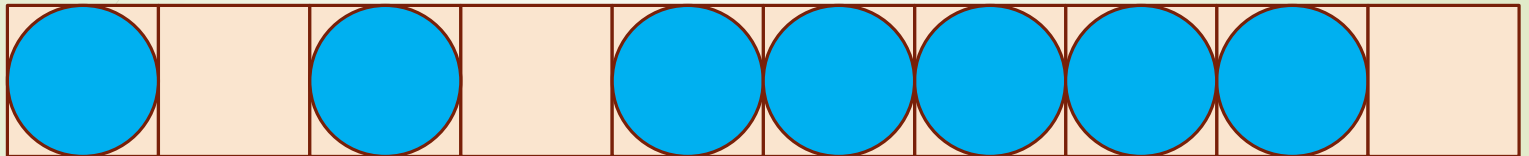
$$= \frac{1}{\rho} - 1$$

# 2台追加



動けない車両は4台

## 2台追加：別の配置



動けない車両は4台

## 2台追加

$$N = \frac{L}{2} + 2$$
$$\rho = \frac{1}{2} + \frac{2}{L}$$

- ▶ 止まっている車両の数は4
- ▶ 平均速度

$$v = \frac{N - 4}{N} = \frac{\rho - 4/L}{\rho} = 1 - \frac{2 \cdot 2}{\rho L} = 1 - \frac{2}{\rho} \left( \rho - \frac{1}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{\rho} - 1$$

# $n$ 台追加

$$N = \frac{L}{2} + n$$
$$\rho = \frac{1}{2} + \frac{n}{L}$$

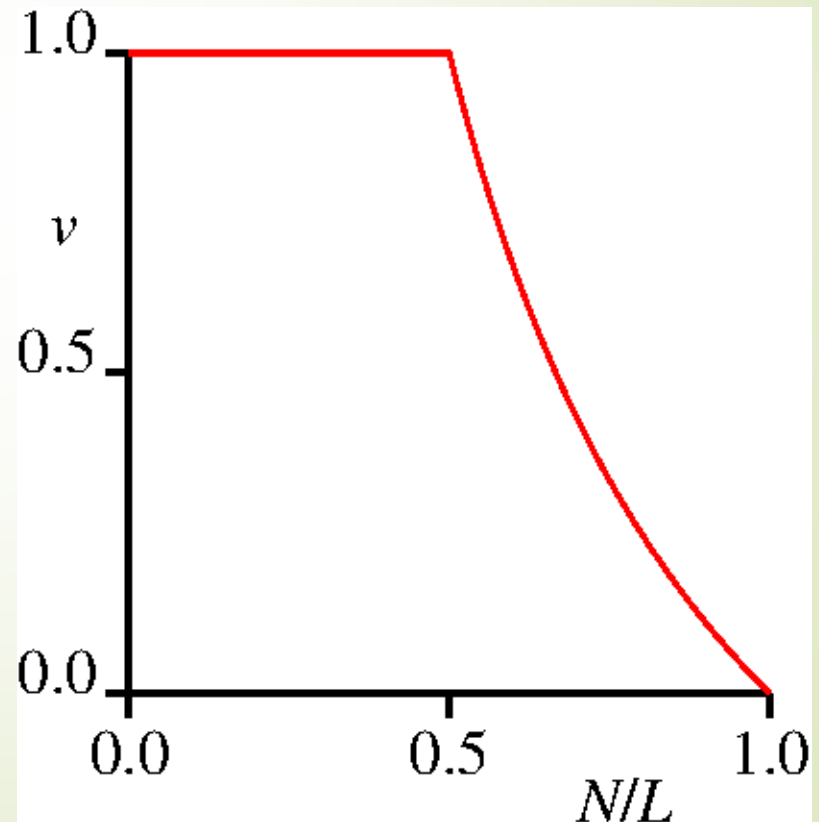
- ▶ 止まっている車両の数は $2n$
- ▶ 平均速度

$$v = \frac{N - 2n}{N} = \frac{\rho - 2n/L}{\rho} = 1 - \frac{2n}{\rho L} = 1 - \frac{2}{\rho} \left( \rho - \frac{1}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{\rho} - 1$$

# $\rho = 1/2$ での相転移：平均速度

$$v = \begin{cases} 1 & \text{if } \rho \leq \frac{1}{2} \\ \frac{1}{\rho} - 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$



# $\rho = 1/2$ での相転移：流量

$$q = \rho v = \begin{cases} \rho & \text{if } \rho \leq \frac{1}{2} \\ 1 - \rho & \text{otherwise} \end{cases}$$

