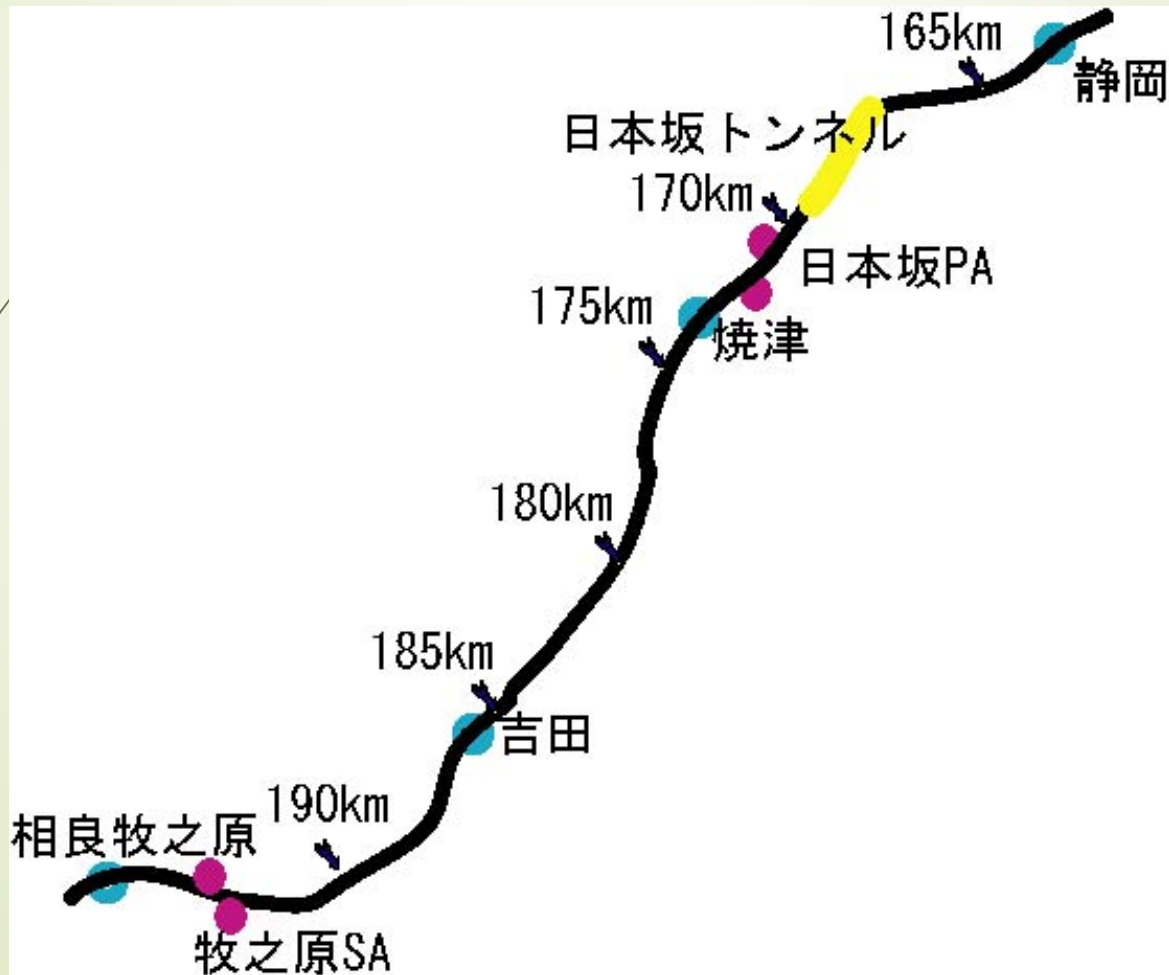


簡単な交通流モデル モデリングとシミュレーション

1

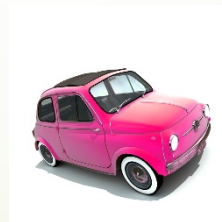
2019年度

実測：日本坂トンネル 1996年8月9日



観測

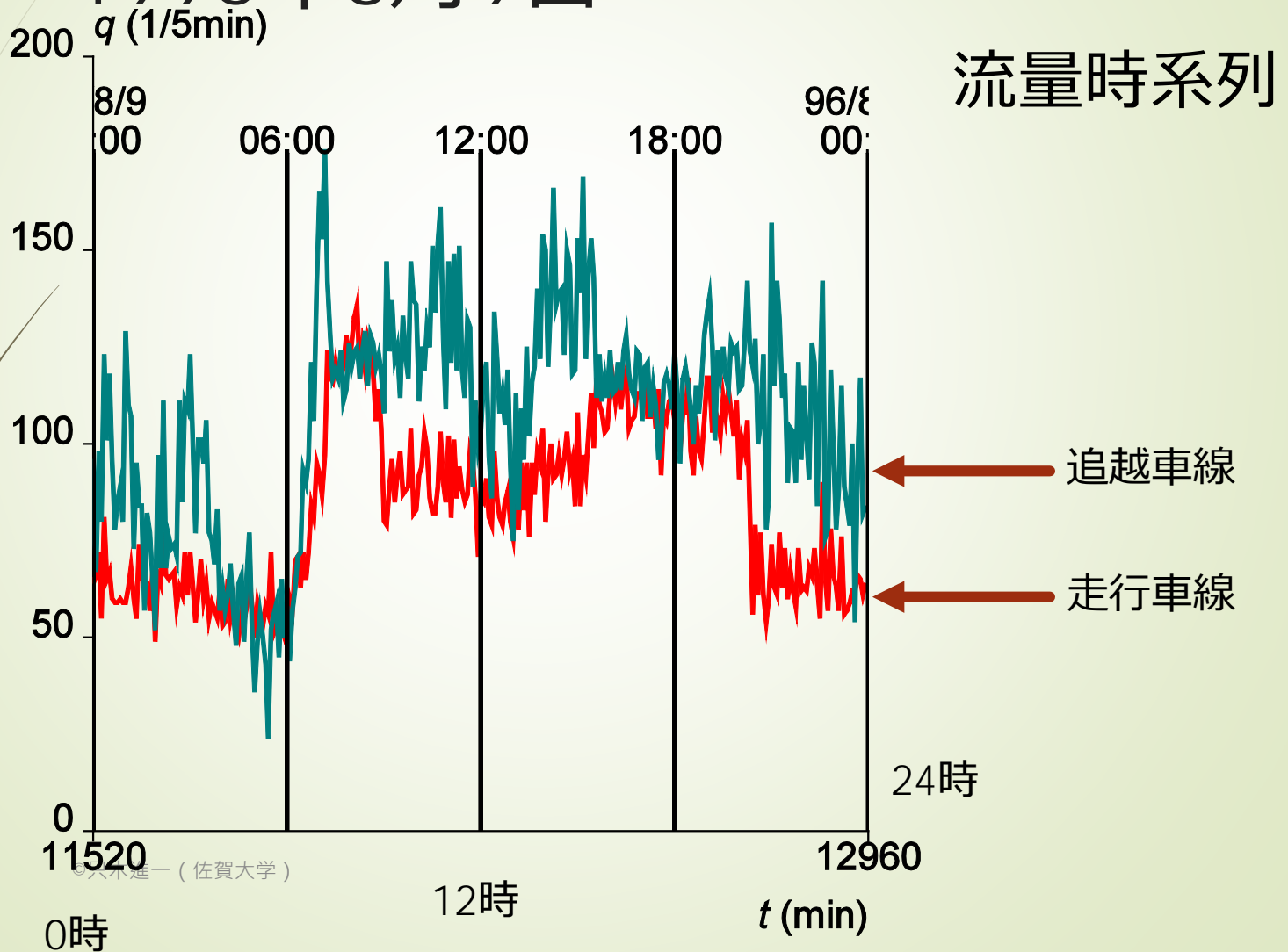
- コイルに発生するパルスから通過車両数を計測
- 二つのコイルに発生するパルスの時間差から速度を計測
- 5分毎に集計

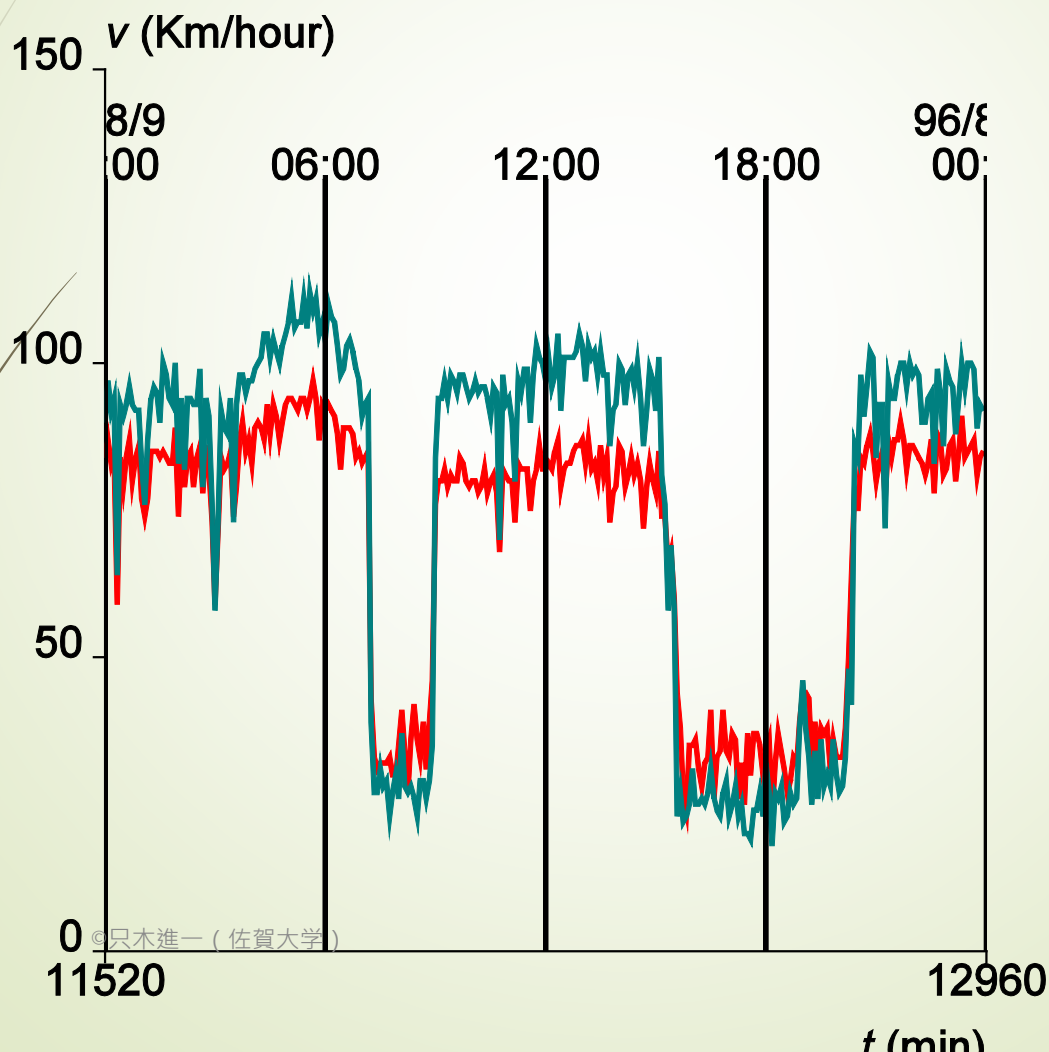


コイル

実測：日本坂トンネル

1996年8月9日

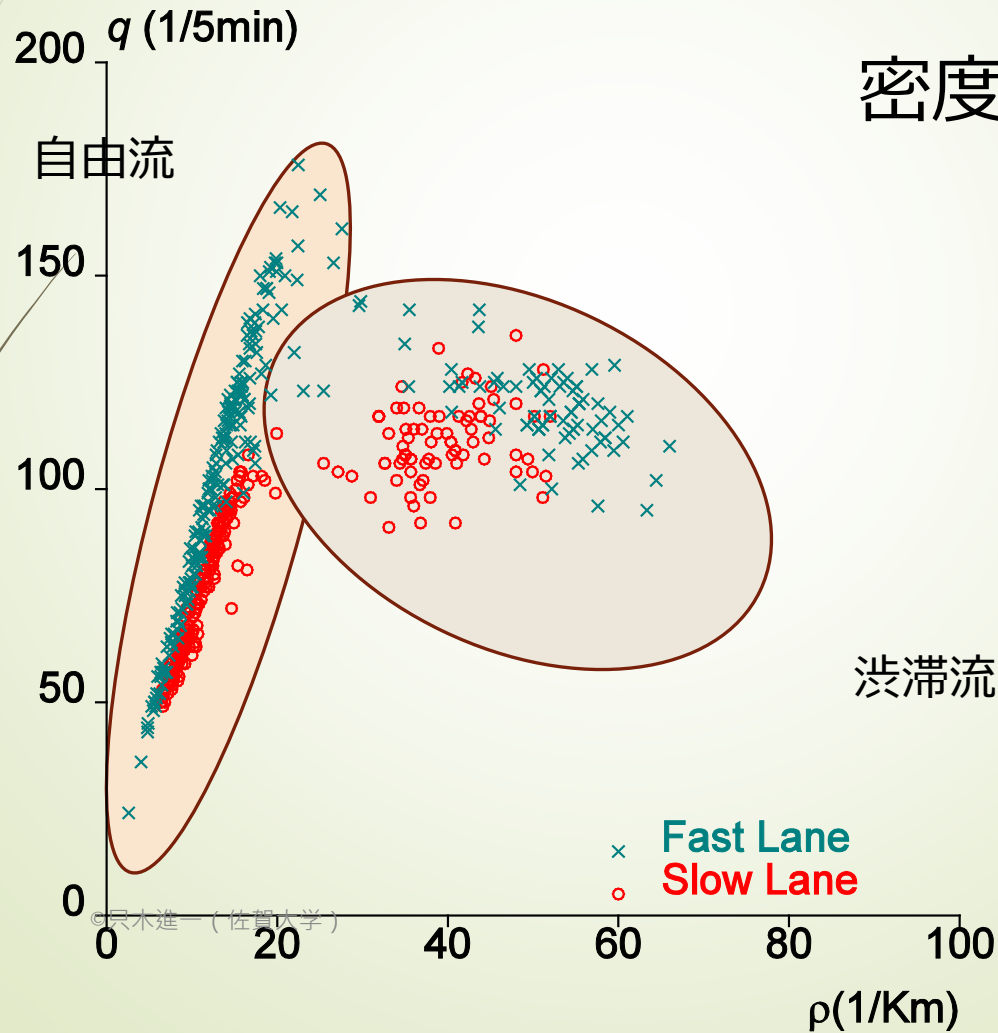


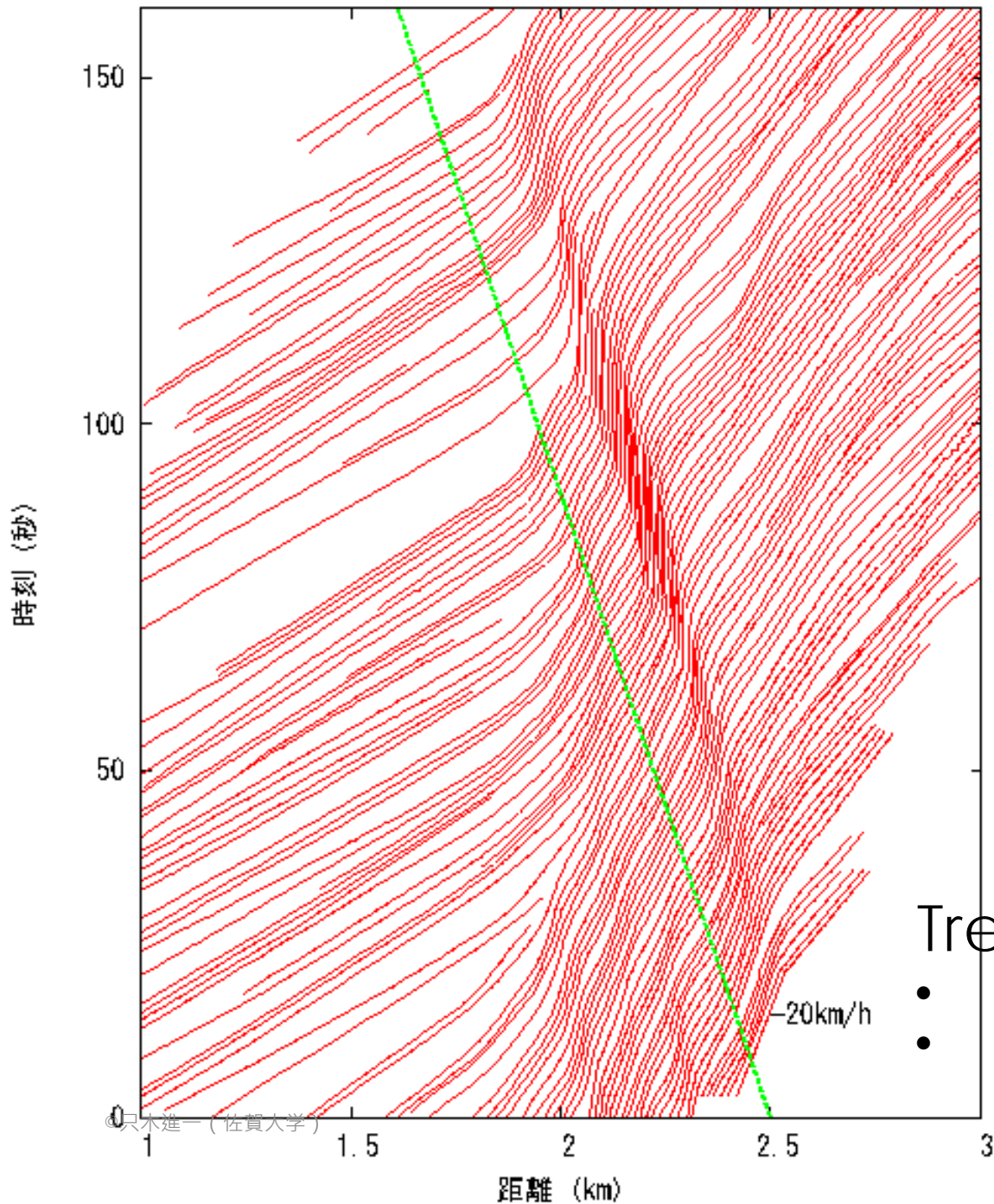


速度時系列

渋滞形成が
はっきり見
える

基本図：密度-流量相関



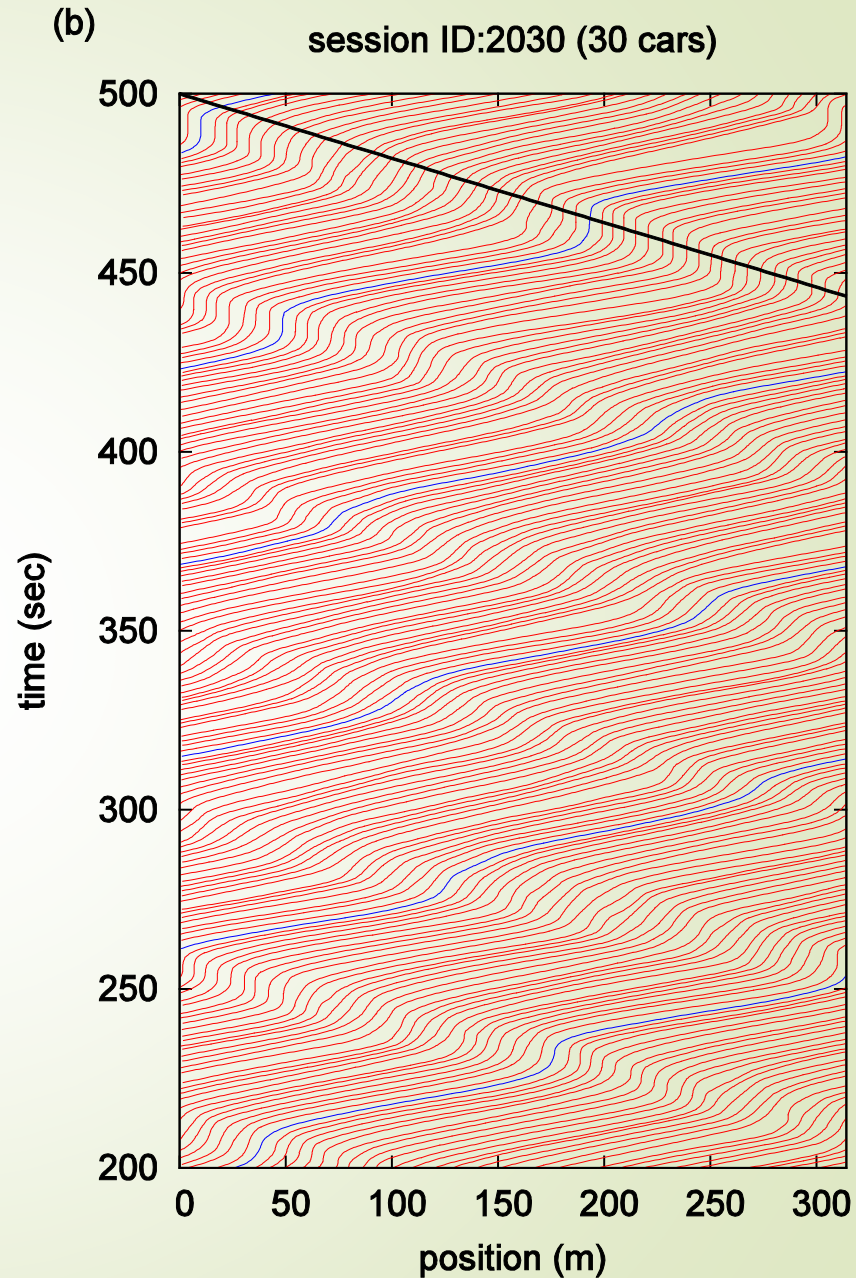


Treitererの空撮

- 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

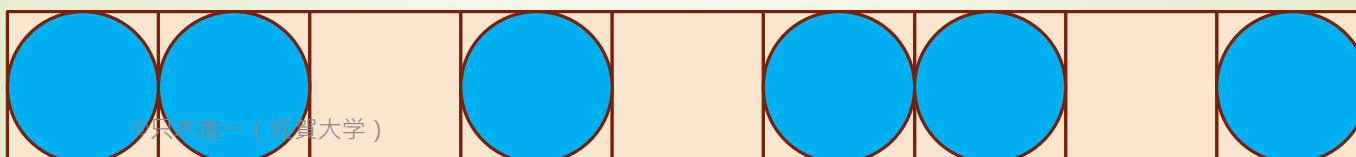
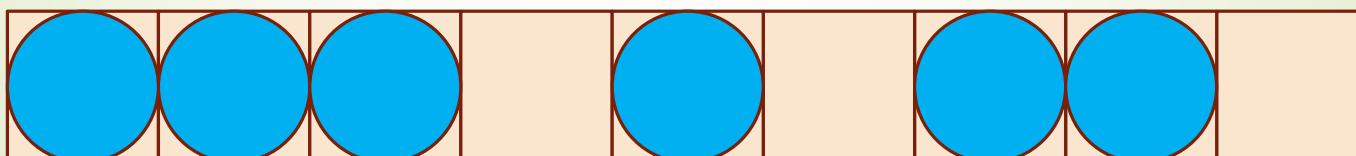
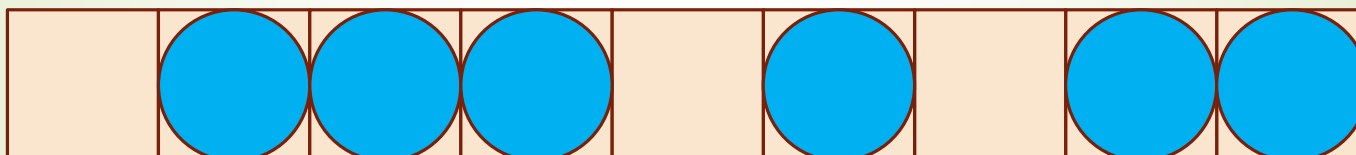
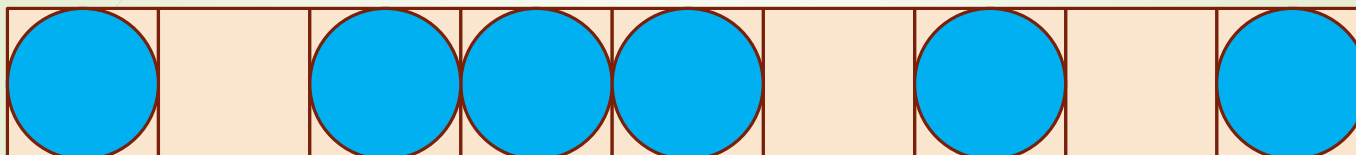
- 一つのセルに一つの車
- 車は、前が空いているときだけ前に一つ進む
- すべての車両は同時に動く

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

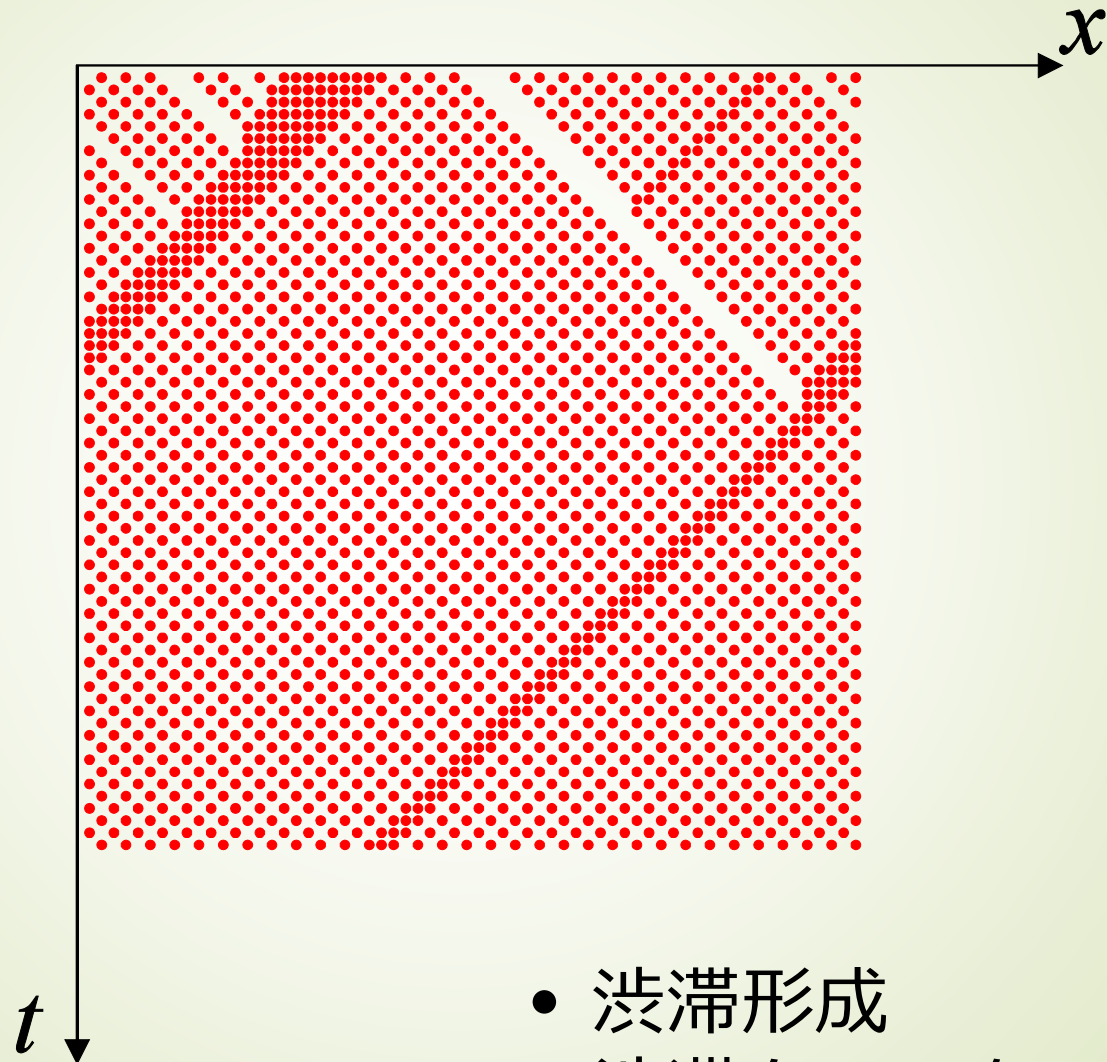
$$(10111000)_2 = 184$$

注意：周期境界条件

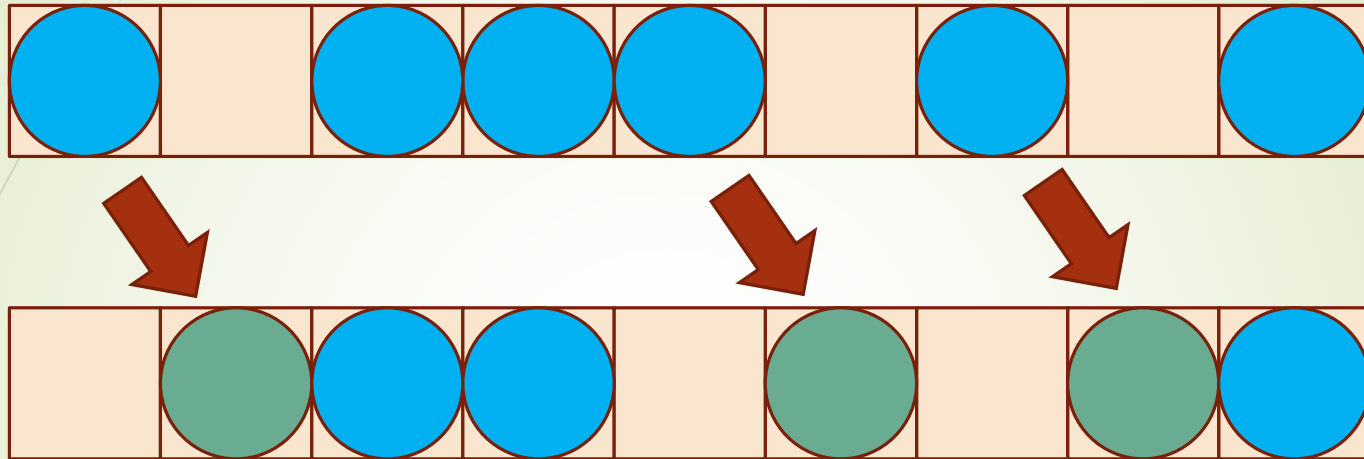
11



シミュレーション結果



- 渋滞形成
- 渋滞クラスタの後退



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

- ▶ 時間 $t = [0, t_{\max})$ の間の平均 (全車両でも平均) (車両数 N)
- ▶ 平均速度 : 移動した車両の速度の平均

$$\langle v \rangle = \frac{1}{t_{\max} N} \sum_{t=0}^{t_{\max}-1} N_{\text{move}}(t)$$

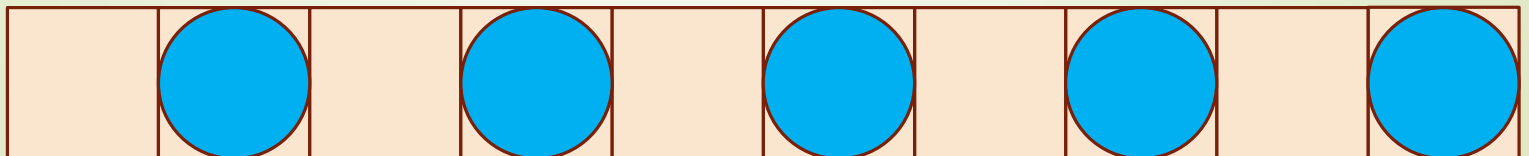
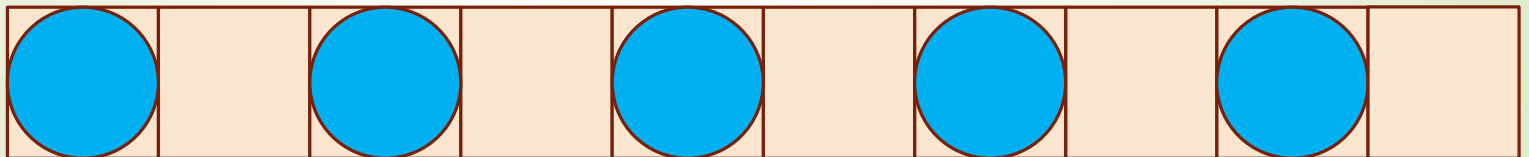
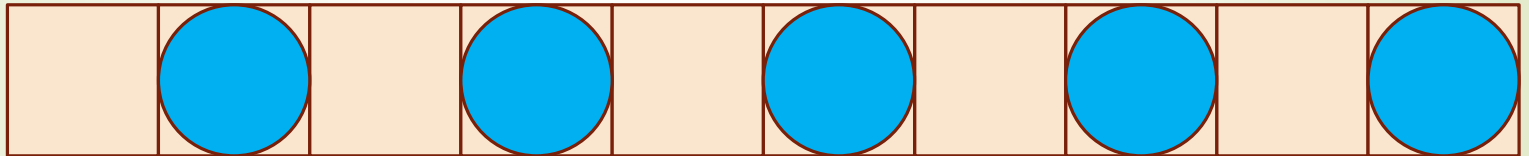
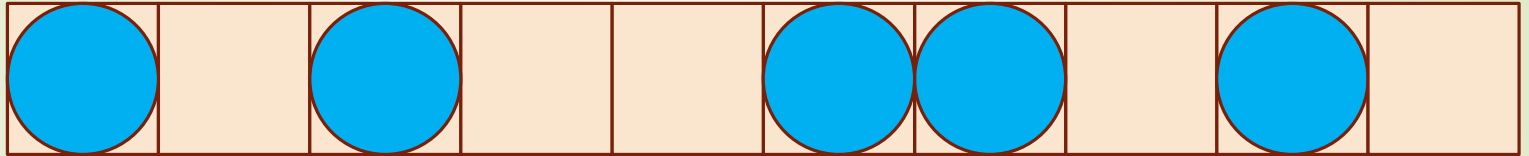
- ▶ 流量 : 一つのセル当たりの移動した車両の総数 (セルの総数 L)

$$q = \frac{1}{t_{\max} L} \sum_{t=0}^{t_{\max}-1} N_{\text{move}}(t)$$

超簡単理論的理解

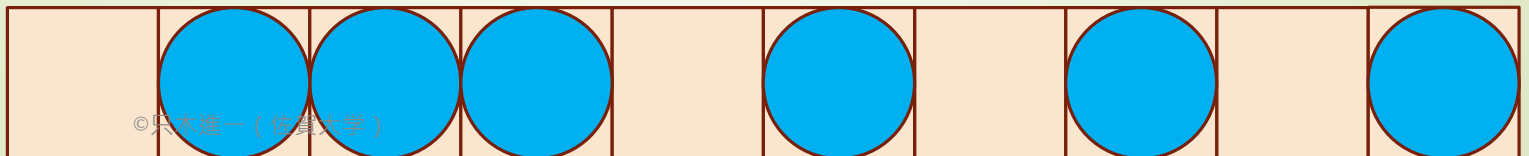
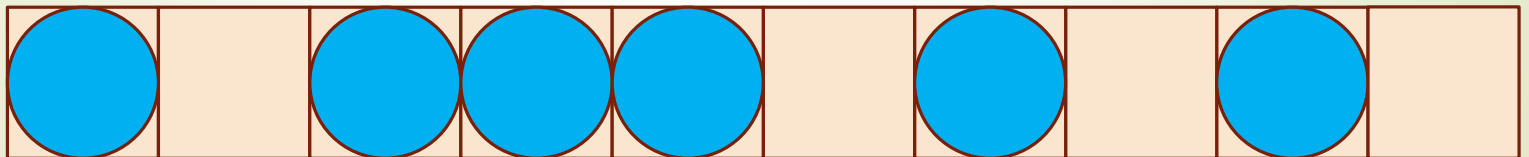
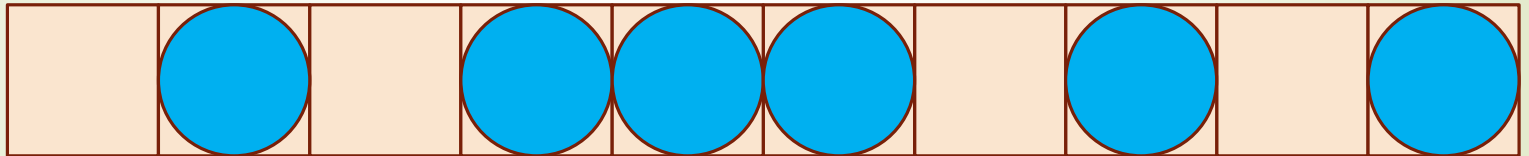
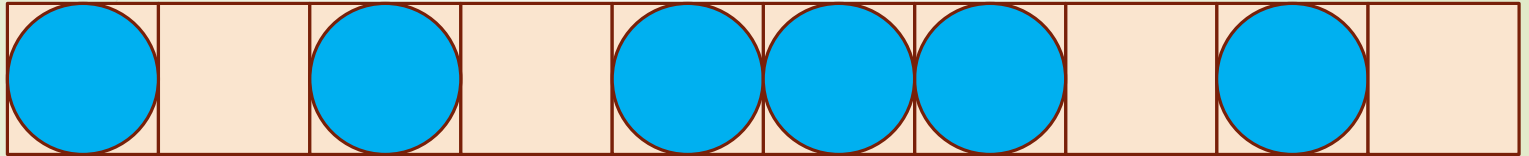
- ➡ サイト数 L (偶数)、周期境界条件
- ➡ 車両数 N
- ➡ 密度 $\rho = N/L$
- ➡ $N/L \leq 1/2$
 - ➡ 時間がたつと、すべての車両の前に空白
 - ➡ すべての車両が速度1で走行

ちょうど半分 $\rho = N / L = 1 / 2$



各車両の前に空白

1台追加



© 長瀬 進一 (長瀬 進一)

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

$$N = L/2 + 1$$

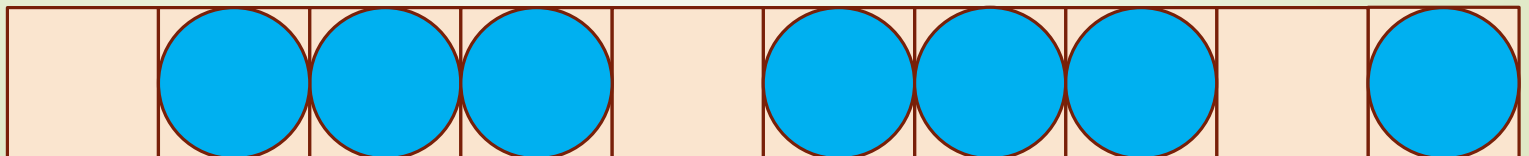
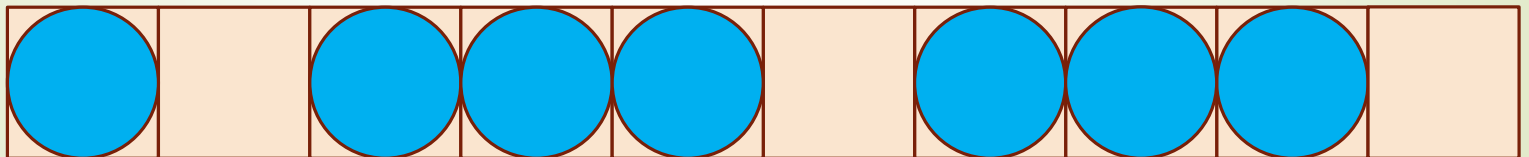
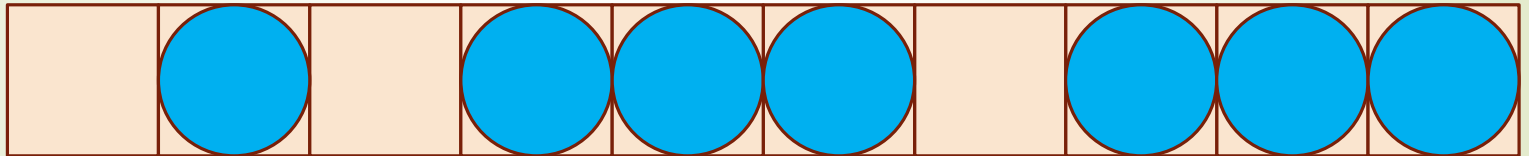
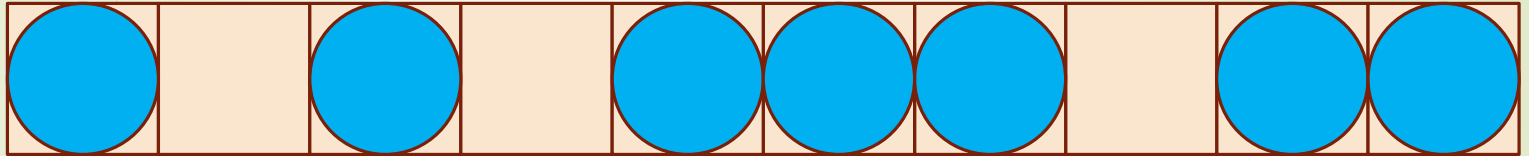
$$\rho = \frac{1}{2} + \frac{1}{L}$$

➡ 止まっている車両の数は2

➡ 平均速度

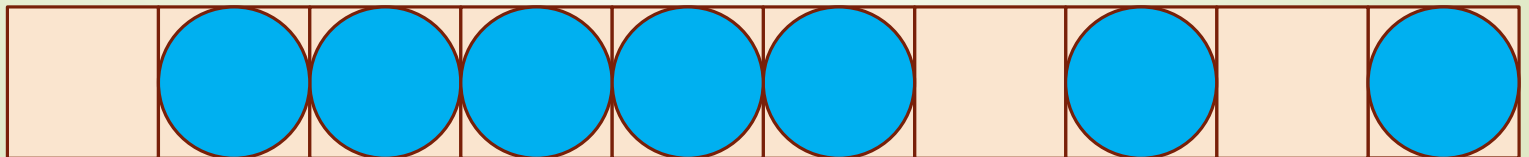
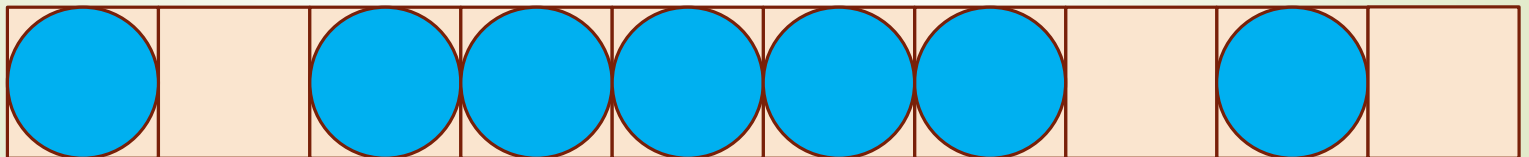
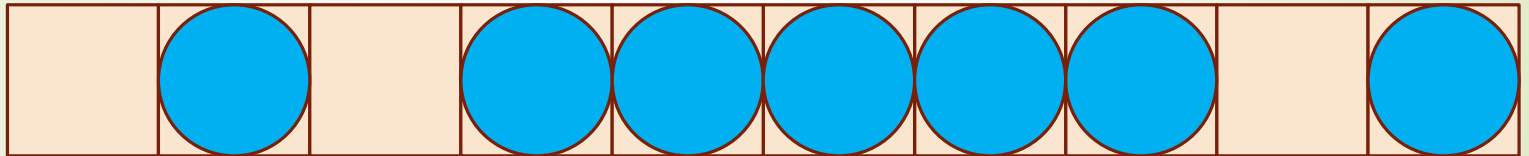
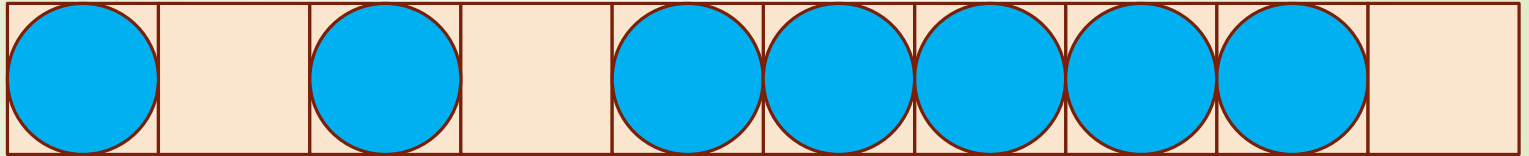
$$\begin{aligned} v &= \frac{N-2}{N} = \frac{\rho - 2/L}{\rho} = 1 - \frac{2}{\rho L} \\ &= 1 - \frac{2}{\rho} \left(\rho - \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{\rho} - 1 \end{aligned}$$

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

$$N = L/2 + 2$$

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

▶ 止まっている車両の数は4

▶ 平均速度

$$v = \frac{N-4}{N} = \frac{\rho - 4/L}{\rho} = 1 - \frac{2}{\rho} \frac{2}{L}$$

$$= 1 - \frac{2}{\rho} \left(\rho - \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{\rho} - 1$$

n 台追加

$$N = L/2 + n$$

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

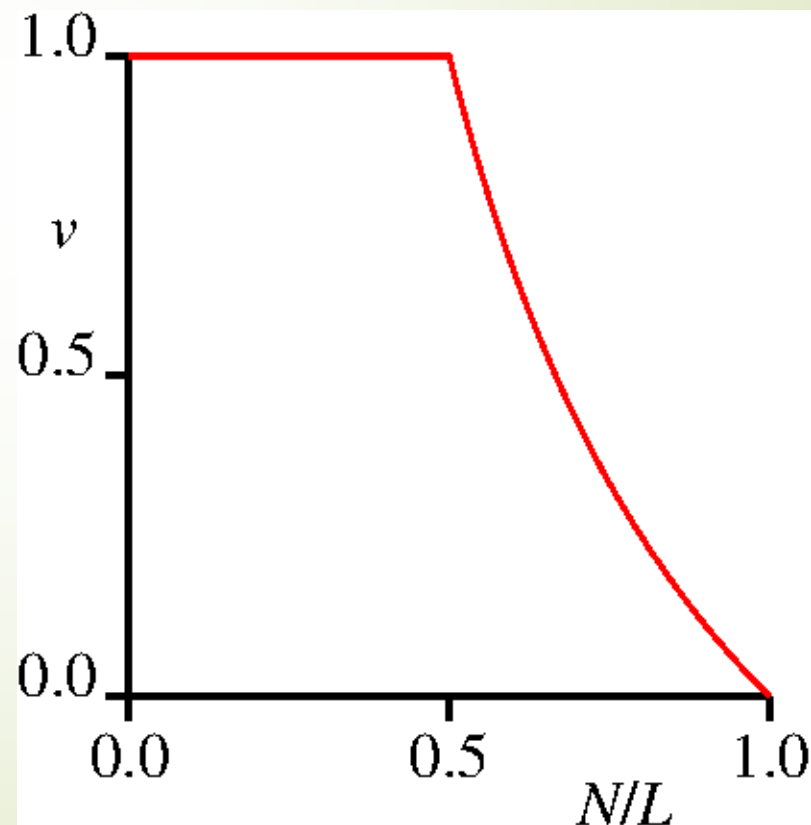
➡ 止まっている車両の数は $2n$

➡ 平均速度

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

$\rho = 1/2$ での相転移：平均速度

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



$\rho = 1/2$ での相転移：流量

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

