

# 自転車シェアリングの 再配置シミュレーション

早稲田大学大学院創造理工学研究科経営システム工学専攻

修士課程 1年

進藤 佑太

桑原 大和

高梨 賢人

# 対象システム

## 自転車シェアリング

地域内に複数のサイクルポートを設置し、どこでも自転車を借りることができ、返却することができるシステム



# 問題状況

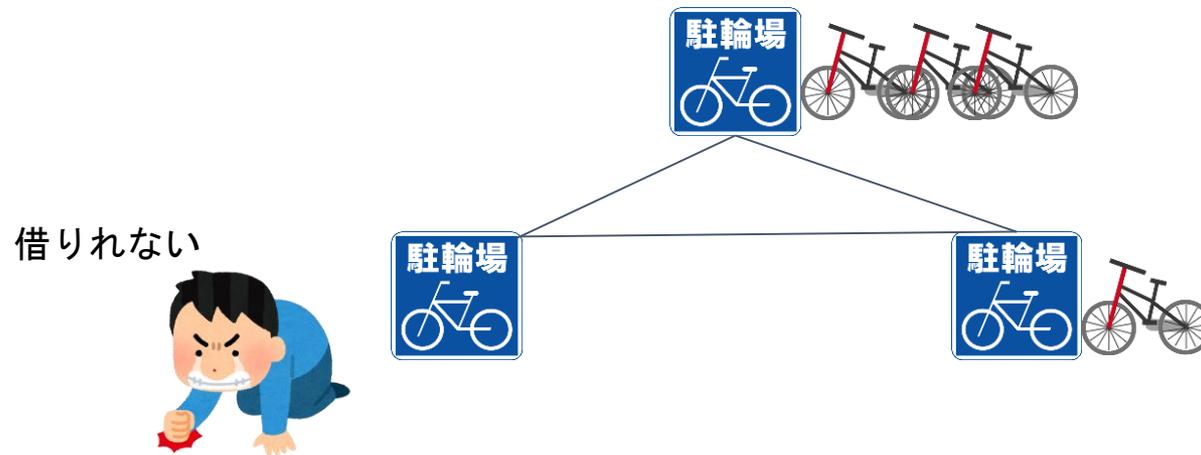
## 需要と自転車数の不均衡

任意で自転車を貸し出したり返却が可能

⇒各駐輪場における自転車の利用数と返却数に**バラツキ**

⇒自転車数に偏りが生じ返却出来ないor利用出来ない

⇒サービスの利便性低下



# 分析目的とシナリオ

## 目的

各サイクルポートで利用可能な自転車の台数の最適化

## 状況シナリオ

- ・ 都心部
- ・ 地方都市（1つのポートの出車と帰還が多い）

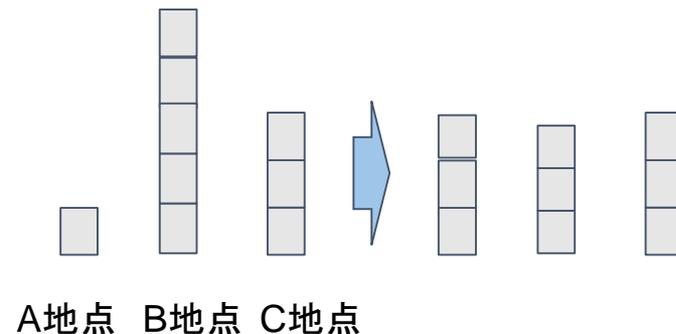
## 施策シナリオ

- ・ 再配置（比例型・均等型）

# トラックによる自転車再配置

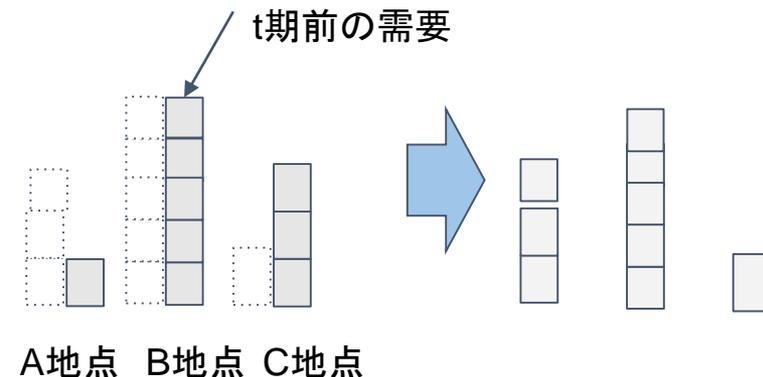
## 均等型

各ポートの配置台数を初期値に戻す



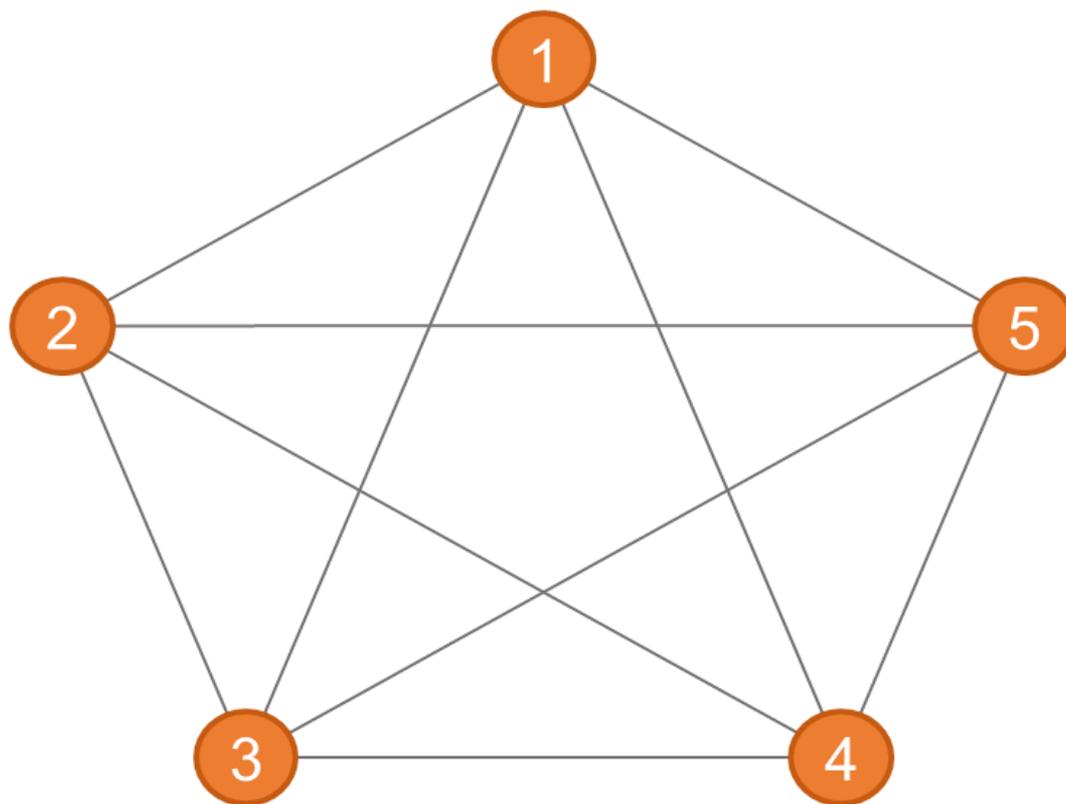
## 比例型

t期前の需要に合わせて自転車を配置し直す



# 定式化(1):ネットワークの仮定

各地点がお互いにネットワークで結ばれていると仮定する



# 定式化(2):出発地選択

$N_t$ 人のエージェントを各地点に確率分布をもとに割り振る(全確率の和は1)

エージェント $i$ が割り振られる地点: $location_{start}^i$

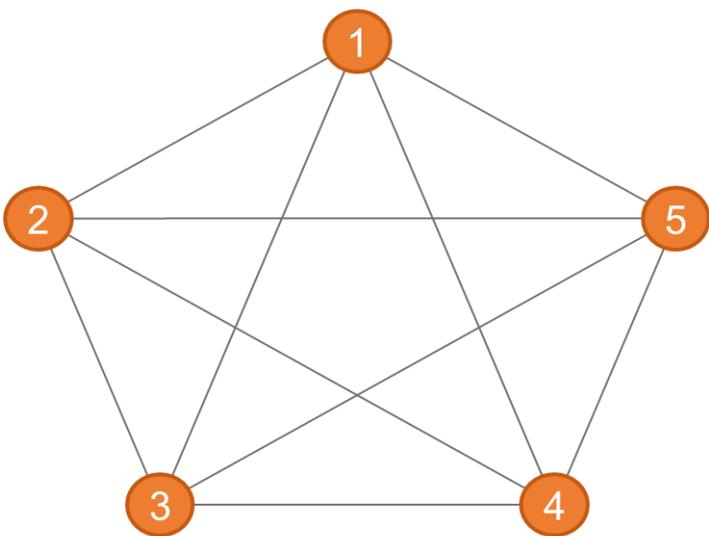
都市型:全ての地点において, 割り振られる確率は等しい

$$p(location_{start}^i = k) = \frac{1}{5} (k = 1, 2, 3, 4, 5)$$

地方型:全ての地点のうち地点1が他の地点よりも割り振られる確率が高い

$$\begin{aligned} p(location_{start}^i = k) \\ = \frac{1 - p(location_{start}^i = 1)}{4} \quad (\text{if } k \neq 1) \end{aligned}$$

$$\frac{1 - p(location_{start}^i = 1)}{4} < p(location_{start}^i = 1)$$



# 定式化(3):目的地選択

各エージェントの目的地は確率分布をもとに決まる(全確率の和は1)

エージェント $i$ の目的地: $location_{destination}^i$

( $\neq location_{start}^i$ )

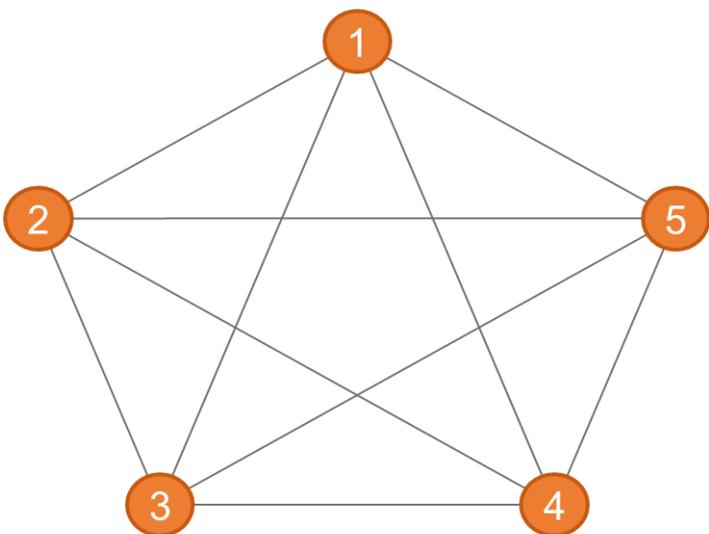
都市型:全ての地点において、割り振られる確率は等しい

$$p(location_{destination}^i = k) = \frac{1}{5} (k = 1, 2, 3, 4, 5)$$

地方型:全ての地点のうち地点1が他の地点よりも割り振られる確率が高い

$$\begin{aligned} p(location_{start}^i = k) \\ = \frac{1 - p(location_{start}^i = 1)}{4} \quad (\text{if } k \neq 1) \end{aligned}$$

$$\frac{1 - p(location_{start}^i = 1)}{4} < p(location_{start}^i = 1)$$



# 定式化(4): エージェントの動き

各地点に割り振られたエージェント数:  $NumOfAgent_t^k (k = 1, 2, \dots, n)$

第 $t$ ステップにおける各地点にある自転車数:  $NumOfBike_t^k (k = 1, 2, \dots, n)$

◆  $NumOfAgent_t^k \leq NumOfBike_t^k$  のとき、

その地点に存在するエージェントは皆自転車で各自の目的地へ移動

$$NumOfBike_t^k = NumOfBike_t^k - NumOfAgent_t^k$$

◆ それ以外の場合、

エージェントは目的地まで徒歩移動する

# 定式化(5):再配置

## 均等型

$t$ ステップ( $t = 50, 100$ )毎に, 各地点の自転車在庫数を初期値(10台)に戻す

$$\text{再配置式} : bikeNum_t^k = 10$$

## 比例型

$t$ ステップ( $t = 50, 100$ )毎に, それまでの需要数に比例した台数で再配置を行う

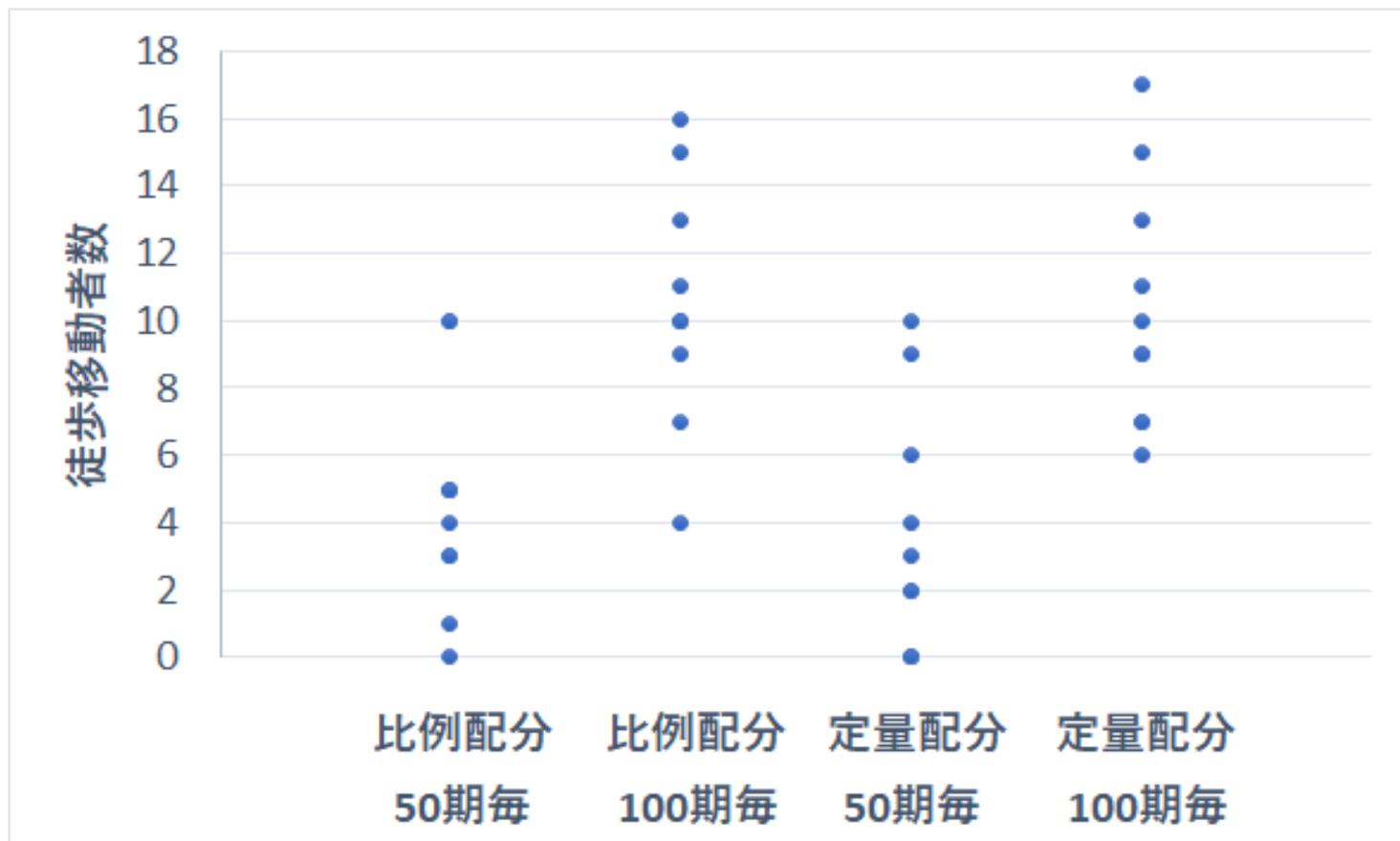
$$\text{需要数} : demandOfport_t^k$$

$$\text{再配置式} : bikeNum_t^k = 50 * \frac{demandOfport_t^k}{\sum demandOfport_t^k}$$

# デモ

# シミュレーション結果（都市）

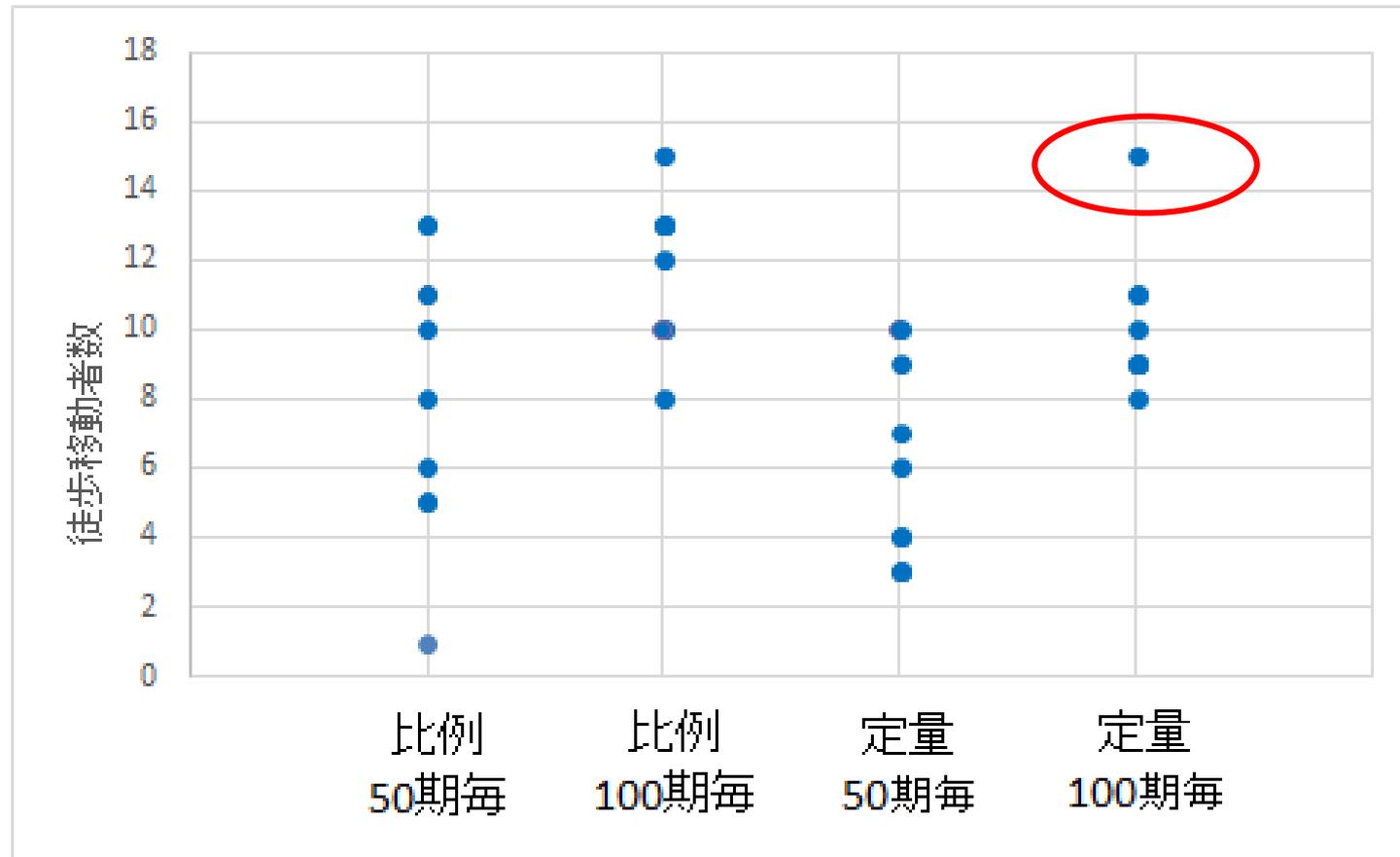
都市型の場合の徒歩移動者数を以下に示す



結果、**比例配分×50期毎**が良い

# シミュレーション結果（地方）

地方型の場合の徒歩移動者数を以下に示す



結果、**定量で50期毎**に配分することが良い

# 各状況における平均・標準偏差

表1. 都市型

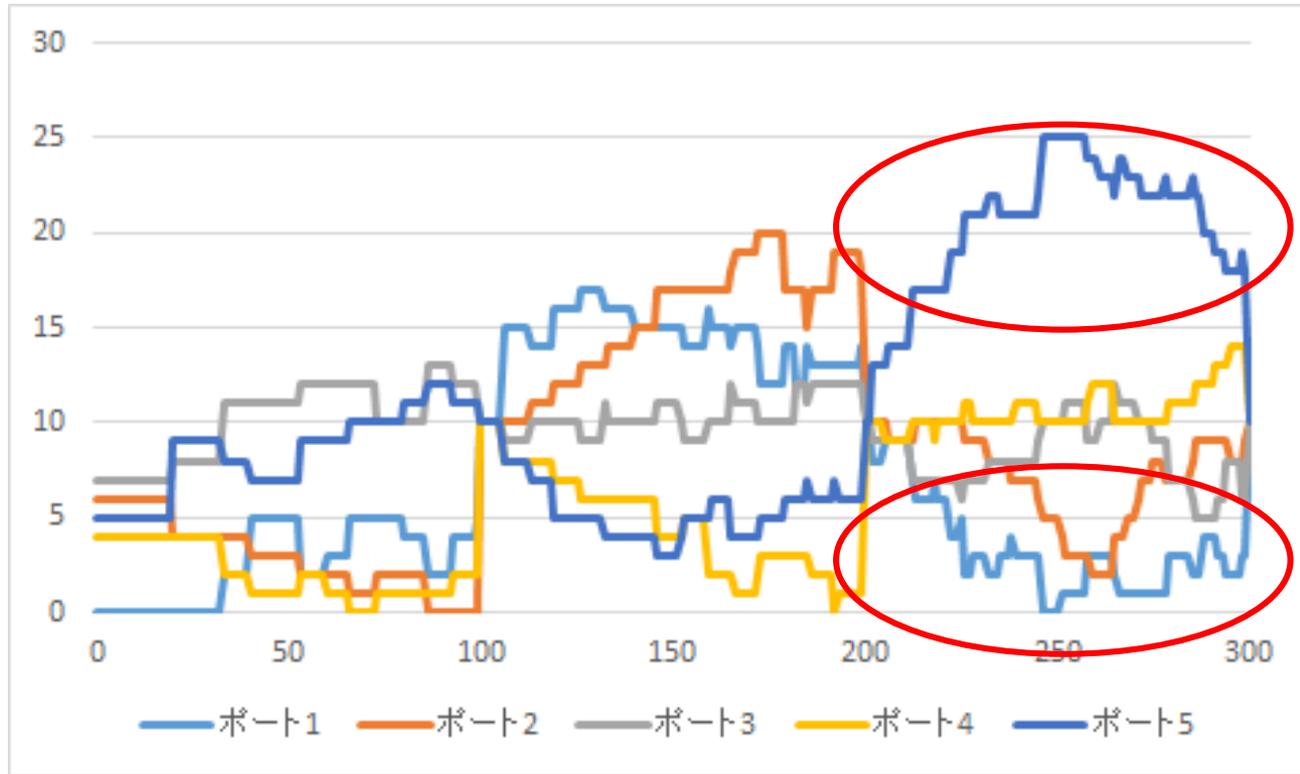
	比例×50	比例×100	定量×50	定量×100
平均	4.6	10.5	3.6	10.4
標準偏差	3.3	3.4	3.5	3.4

表2. 地方型

	比例×50	比例×100	定量×50	定量×100
平均	8.5	11.2	6.5	9.9
標準偏差	3.6	2.2	2.7	2.1

# 地方×定量×100期毎の外れ値

自転車  
在庫数



定量の場合，需要の多いポート1に必要な自転車台車数が配置されずに  
自転車が不足し，他のポートに自転車が滞留してしまう  
(今回の場合だとポート5)

# 結論

- 都市型は外れ値があるものの、自転車の再配置方法としては**比例配分×50期毎**が良い
- 地方型はばらつきが小さく、徒歩移動者数が少なくなる傾向の強い**定量配分×50期毎**が良い

# 参考文献

- [1] 松中 亮治, 大庭 哲治, 中川 大, 森 健矢, 「都市内交通シミュレーションモデルによるバイクシェアリングシステム導入施策のシナリオ分析」, 2014, 土木楽器論文集D3 Vol.70 No.5
- [2] 加藤 整, 山本 学, 水田 秀行, 「大規模エージェントベース交通シミュレーション」, 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所,2007