

ユーザ再配置を導入したワンウェイ型カーシェアリングの再配置最適化

Car Sharing Optimization for One-Way System based on User Relocation

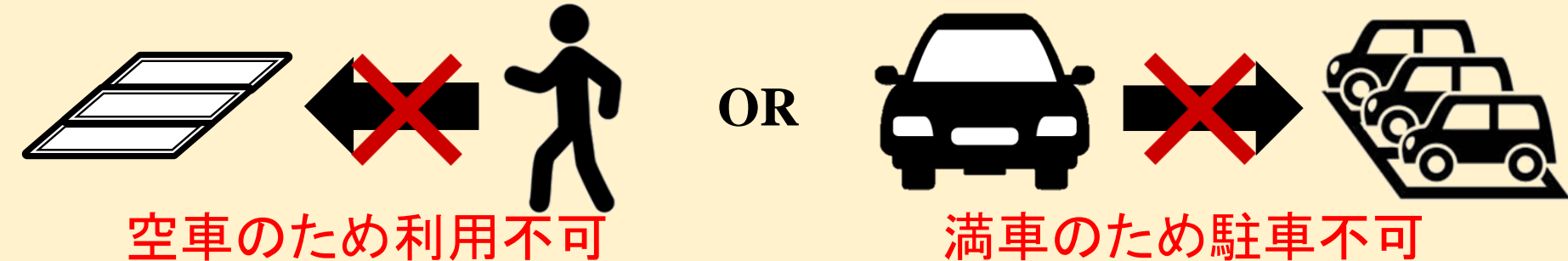
最適システムデザイン研究室 BQ16048 関 倭太郎 指導教員: 長谷川浩志



Shibaura Institute of Technology Hasegawa Laboratory

1. 研究背景・目的

● 乗り捨て型のカーシェアリングには再配置が必要



客が利用できない状態「要求拒否」が生じる
⇒ **問題点**: 車両の再配置が必要

ユーザーならより低コストで再配置可能

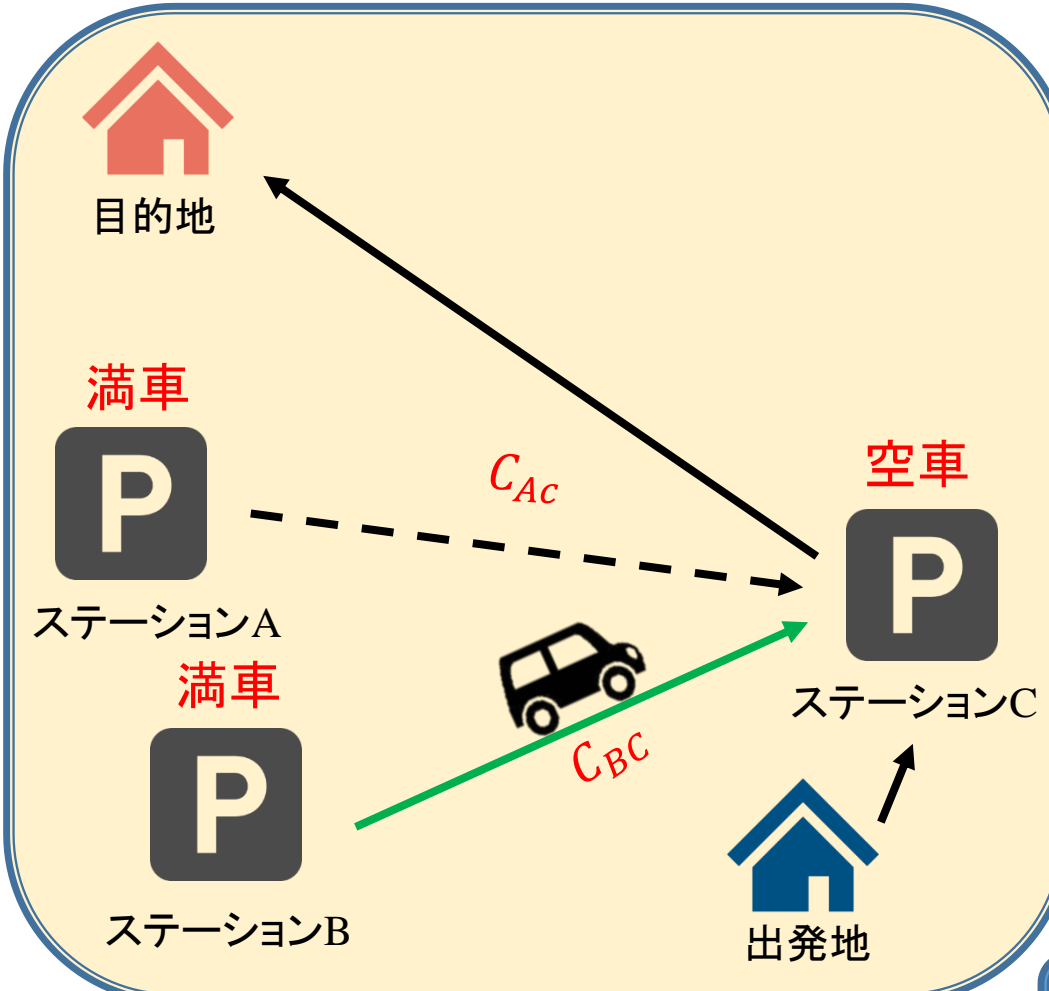
目的: ユーザー再配置により, コスト・要求拒否数削減

2. 類似研究^[1]

● 類似研究

効率的に再配置を行う手法を研究

再配置 ← 従業員 → 乗客



- ①このままではステーションCが空車のため利用できない
- ②余分な車両を別のステーションから持ってくればよい
- ③ $c_{AC} > c_{BC}$ なのでステーションB→Cに再配置を行う

貪欲法によるシミュレーション → 高速に約80%の要求拒否を解決

再配置にかかるコストを数式化したもの

c_{ij} : ステーション*i, j*間の移動でかかるコスト
 E : 不成立となる要求を取り除ける数
 G : 不成立となる要求が生成される数
 t_E : 不成立となる要求を取り除けるまでの時間
 t_G : 不成立となる要求が生成されるまでの時間

再配置の決定基準

$$c_{ij} = \frac{1}{E - G + 1} + \Delta$$
$$\Delta = \frac{1}{t_G + 1} \times G - \frac{1}{t_E + 1} \times E$$

どのステーション間で再配置をするかの決定が必要

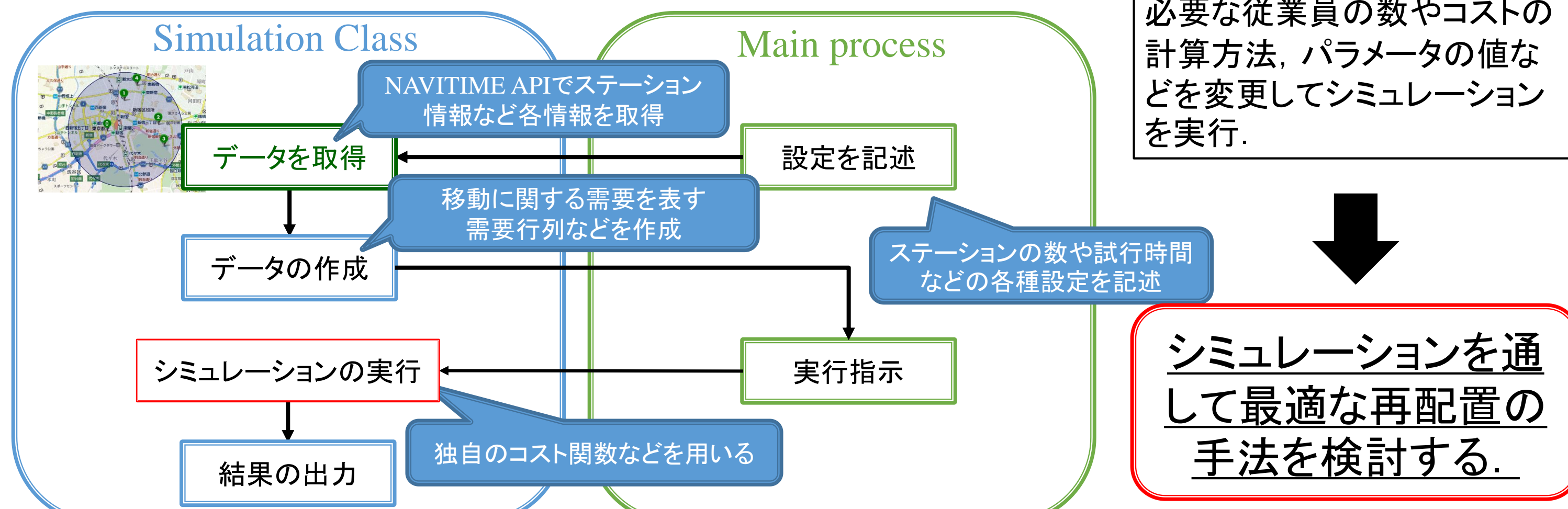
定量的に表したものを各ステーション間のコスト関数として定義
ただし, 要求拒否の数のみを考慮したコスト関数. 時間は考慮せず

問題点 実際に再配置する際のコストは考慮されていない

解決案 より正確なデータ, コストを考慮し再配置時のコストを削減

3. 提案システム

● システム全体の流れ



● シミュレーションに用いるデータ



NAVITIME APIを用いた実在するステーション情報を利用

実際の収容台数や移動距離, 時間を考慮

シミュレーションを移動時間を実際にかかる時間でシミュレーション
(類似研究ではすべて1分としていた)

再配置の条件や手法が変化

例えば新宿駅周辺のステーションを試行ごとにランダムに選択, シミュレーション範囲内のステーションのリストから抽出する比率を調整することで, 平均トリップ時間を考慮

● コスト関数 再配置のコストとして新たに移動時間を導入

$$c_{ij} = w_d \left(\frac{1}{E - G + 1} + \Delta \right) + w_t t_{ij}$$
$$\Delta = \frac{1}{t_G + 1} \times G - \frac{1}{t_E + 1} \times E$$

赤字: 追加した項目

ステーション*i, j*の移動時間
時間と要求拒否数に関して同じ単位として考慮するために係数での調整が必要

w_d : 要求拒否に関する重み付け係数

● 需要行列

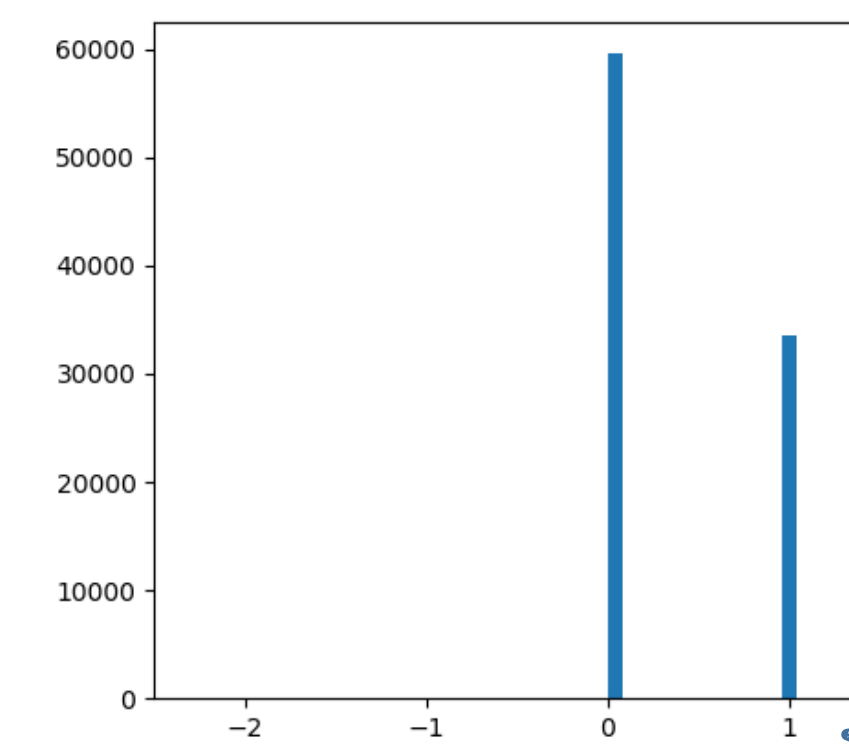
...利用者がいつ, どこからどこへ行きたいかを示す3次元行列

類似研究では需要を実際の移動データから予測していたが日本での適用は不可能

本研究では標準分布より様々なデータで試行

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left\{ -\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$$

| パラメータ | 値 |
|---------------|-----|
| 平均 μ | 0.3 |
| 標準偏差 σ | 0.8 |



正規分布を整数に四捨五入
負の整数は0として考慮.

また, 時間あたりの
平均トリップ数に応じて
パラメータを手動で調整.

横軸は乱数の値
縦軸はその値が何回出たか

$$D_t = \begin{pmatrix} 0 & \dots & d_{ton} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{tn0} & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

d_{tij} は0以上の整数で, 移動する車両の数を表す
※ $i=j$ のときは必ず0

d_{tij} は時刻*t*におけるステーション*i*から*j*への移動を示す

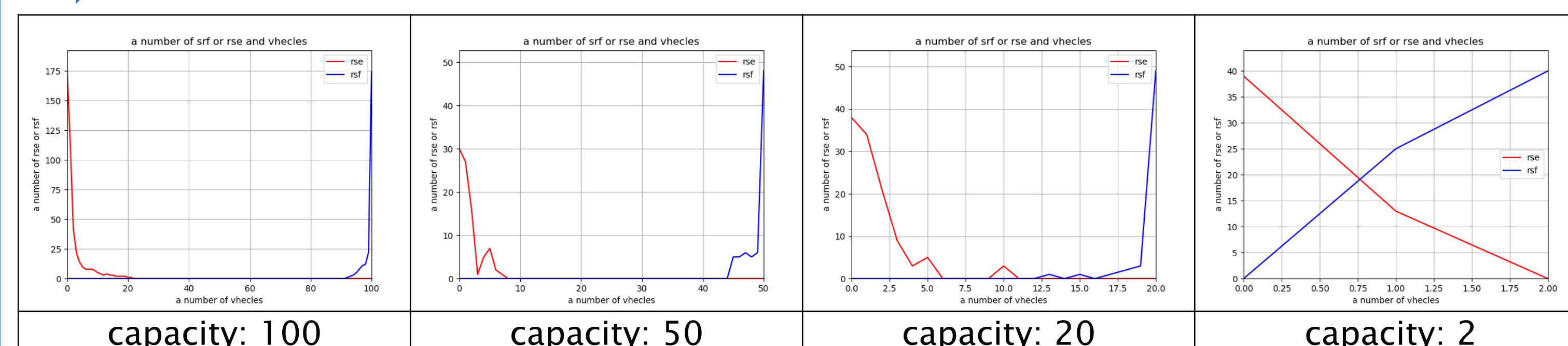
4. 結果と考察

● 実在データの与える影響 RSF: Rejected demands because a Station is Full RSE: Rejected demands because a Station is Empty

ステーションのキャパシティと自動車の台数の割合 RSE RSF

キャパシティに対して何%の車両が存在するとRSF/RSEが生じるのかをシミュレート

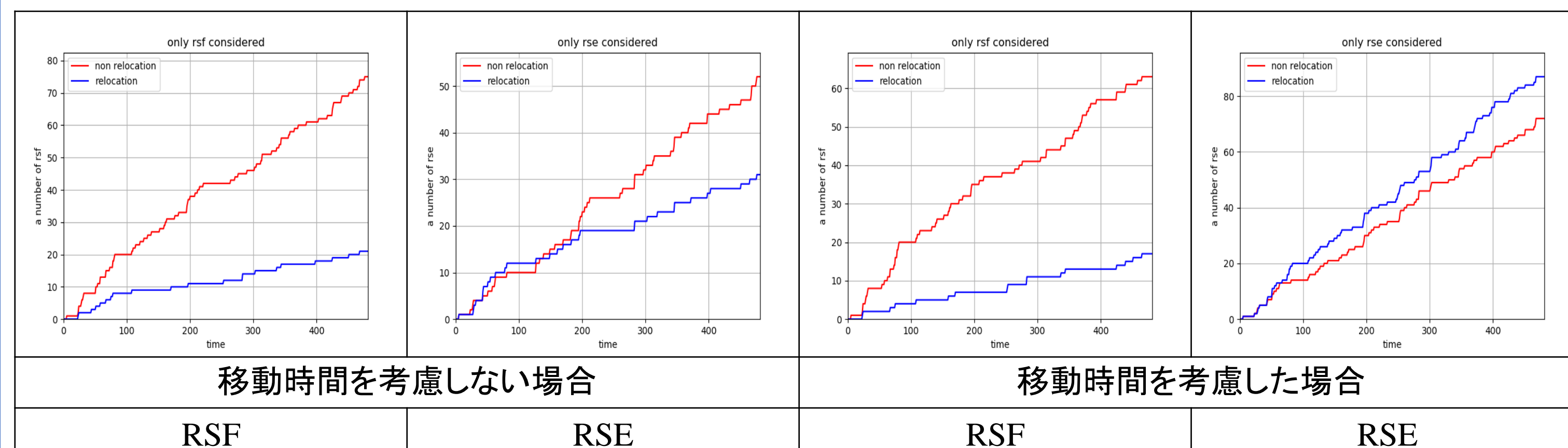
現実のステーションのデータと照らし合わせ, どのような結果が出るかを予測



- ✓ キャパシティに対するはじめての車両保有台数が0%~20%周辺では90%~100%でのRSFに比較してRSEが多く生じている.
- ✓ 現実では保有台数(キャパシティ)が1~2台のステーションが多数

現実では比較的RSEが多く生じてしまう

● 移動時間の考慮による要求拒否数の変化



- ✓ いずれの場合も即対応できるRSFは再配置によって約75%削減できる
- ✓ 移動時間を考慮した場合, 再配置したにもかかわらずRSEが増加

RSEがわかっていても移動時間がかかってしまい解決できない

問題点

現実ではRSE削減のため, 移動時間やキャパシティを新たに考慮した再配置をする必要がある

解決案

コスト関数と同時に需要の予測システムを導入

5. 今後の予定

- 各種パラメータの調整
- 強化学習を用いたユーザーモデルおよび再配置の導入