

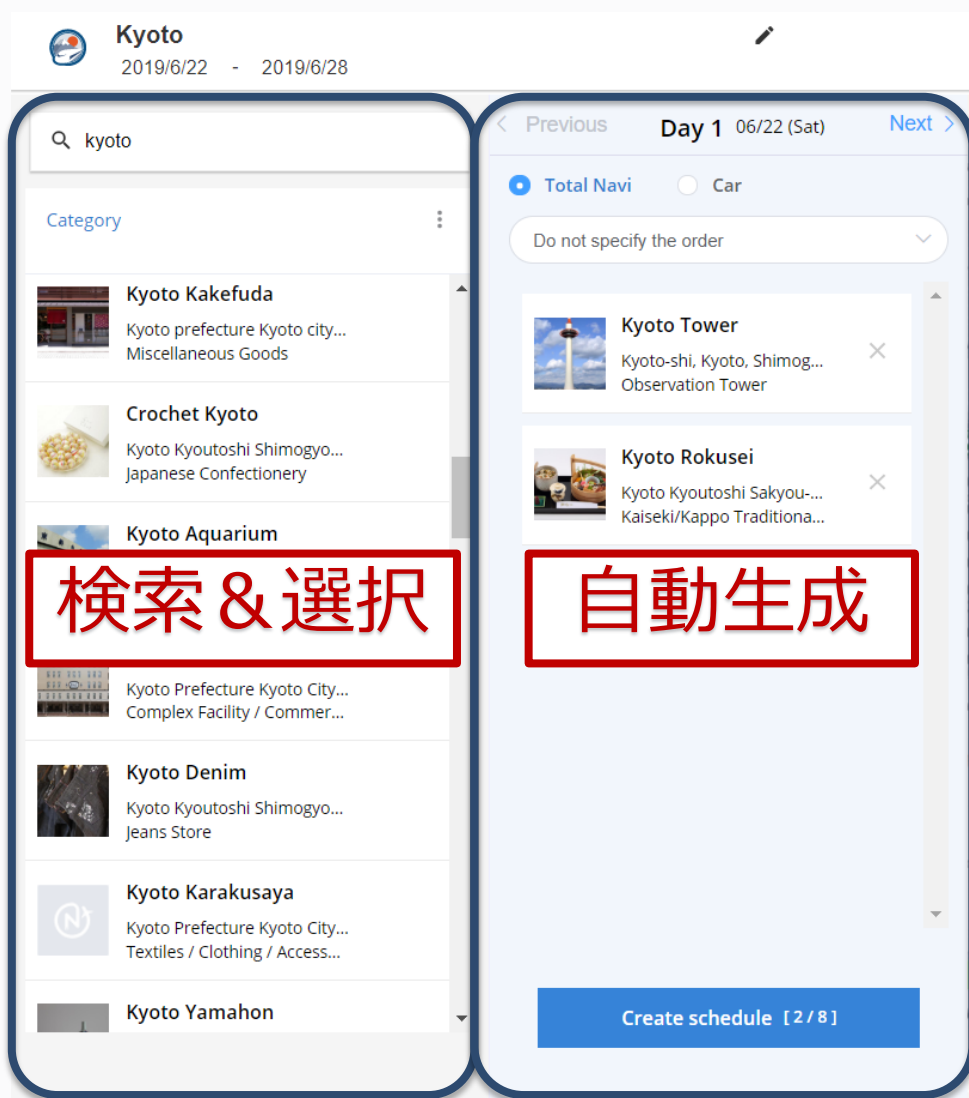


ユーザのリソース消費を考慮した

意思決定支援のための複数観光経路提示手法

平野 陽大^{*,**}, 諏訪 博彦^{*,**}, 安本 慶一^{*,**}

*奈良先端科学技術大学院大学ユビキタスコンピューティングシステム研究室
理化学研究所**, Center for Advanced Intelligence Project



◆既存サービス

行きたい地場所を選択

全場所を回れ得るルートを自動生成

◆欲求

スポットの推薦

コスパを考慮した推薦

本研究の立ち位置



先行研究



本研究

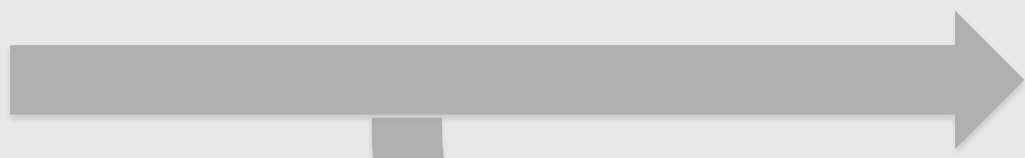
*1: Takayuki Shiraishi, et al. A personal navigation system with functions to compose tour schedules based on multiple conflicting criteria. IPSJ Digital Courier, 1:528-536, 2005.

*2: Azusa Tamashiro, et al. Multi-Objective Optimal Routing Problem for Sightseeing and An MOGA for the Problem. IEICE Technical Report, 106, January 2007.

本研究のゴール



初期リソース



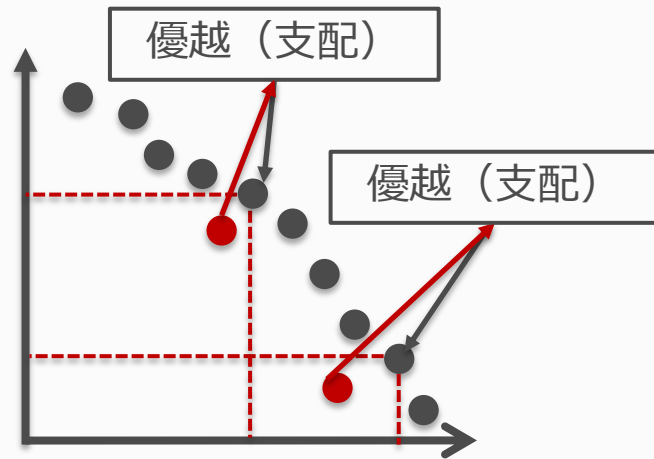
満足度

多目的最適化

◆ 本研究の目的

- ▶ トレードオフ
- ▶ 全ての要素間のトレードオフを満足させることが目的
- ▶ 観光地点と移動方法（ルート）の準パレート最適解を出力

準パレート最適解とは



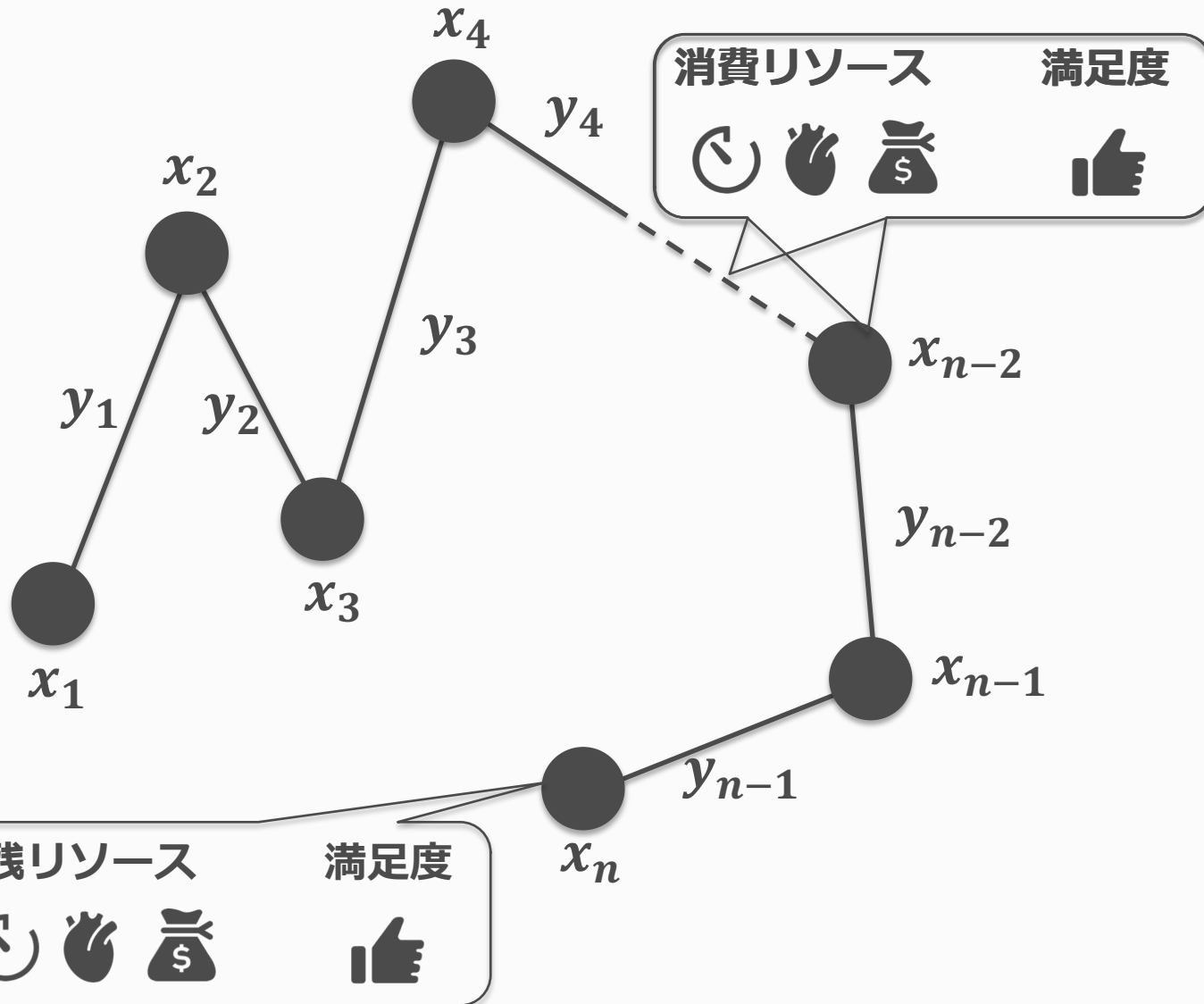
- 準パレート最適解
- 支配された解

観測できる他の解に対して、すべての要素において支配されていない解



リソース

概要



$$X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$$



$PoI_1 \sim PoI_N$

*PoI = Point of Interest

PoI

$$Y = \langle y_1, y_2, \dots, y_{n-1} \rangle$$



Transportation



$$\mathbf{r}_n = \mathbf{r}_0 - \sum_{i=0}^{n-1} [\mathbf{CR}(x_i) + \mathit{moveCR}(x_i, x_{i+1}, y_i)] - \mathbf{CR}(x_n)$$

$$\mathbf{r}_i = \begin{pmatrix} m_i \\ t_i \\ s_i \end{pmatrix} \begin{cases} m_i: x_i \text{での残金銭} \\ t_i: x_i \text{での残時間} \\ s_i: x_i \text{での残体力} \end{cases}$$

\mathbf{r}_0 : 初期リソースベクトル(入力値)

\mathbf{r}_n : x_n での残リソースベクトル



$$r_n = r_0 - \sum_{i=0}^{n-1} [\mathbf{CR}(x_i) + \mathit{moveCR}(x_i, x_{i+1}, y_i)] - \mathbf{CR}(x_n)$$

$\mathbf{CR}(x_i)$: x_i での消費リソースベクトル

$\mathit{moveCR}(x_i, x_{i+1}, y_i)$:

x_i, x_{i+1} 間の y_i での移動による消費リソースベクトル

満足度変化の定式化



$$C_n = \sum_{i=0}^{n-1} [SAT(x_i) + moveSAT(x_i, x_{i+1}, y_i)] + SAT(x_n)$$

C_n : x_n での満足度

$SAT(x_i)$: x_i で獲得できる満足度

$moveSAT(x_i, x_{i+1}, y_i)$:

x_i, x_{i+1} 間を y_i で移動した時に獲得できる満足度

目的関数



$$r_n = r_0 - \sum_{i=0}^{n-1} [\mathbf{CR}(x_i) + \mathit{moveCR}(x_i, x_{i+1}, y_i)] - \mathbf{CR}(x_n)$$

$$C_n = \sum_{i=0}^{n-1} [\mathit{SAT}(x_i) + \mathit{moveSAT}(x_i, x_{i+1}, y_i)] + \mathit{SAT}(x_n)$$

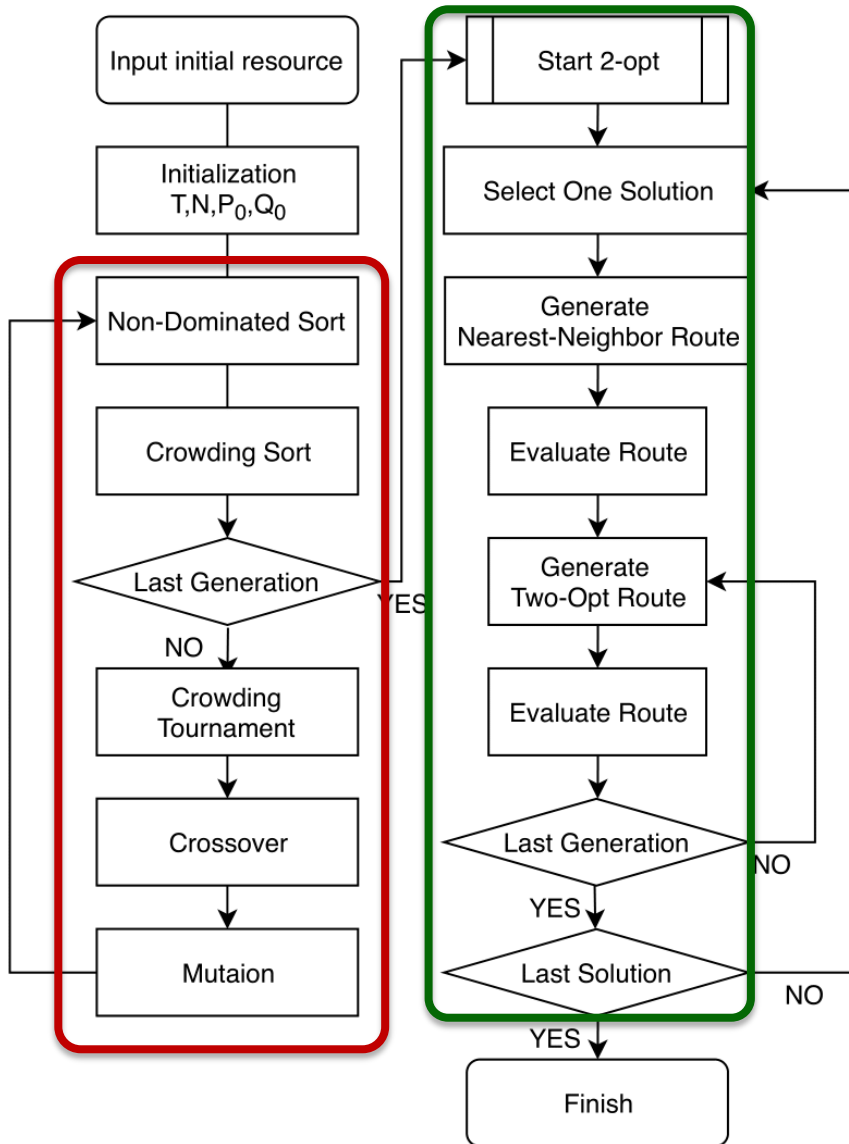


$m_n(X, Y), t_n(X, Y), s_n(X, Y), C_n(X, Y)$

maximize $m_n(X, Y), t_n(X, Y), s_n(X, Y), C_n(X, Y)$

S.T. $\mathbf{0} \leq m_n, \mathbf{0} \leq t_n, \mathbf{0} \leq s_n, \mathbf{3} \leq n \leq |PoI|$

アルゴリズム概要



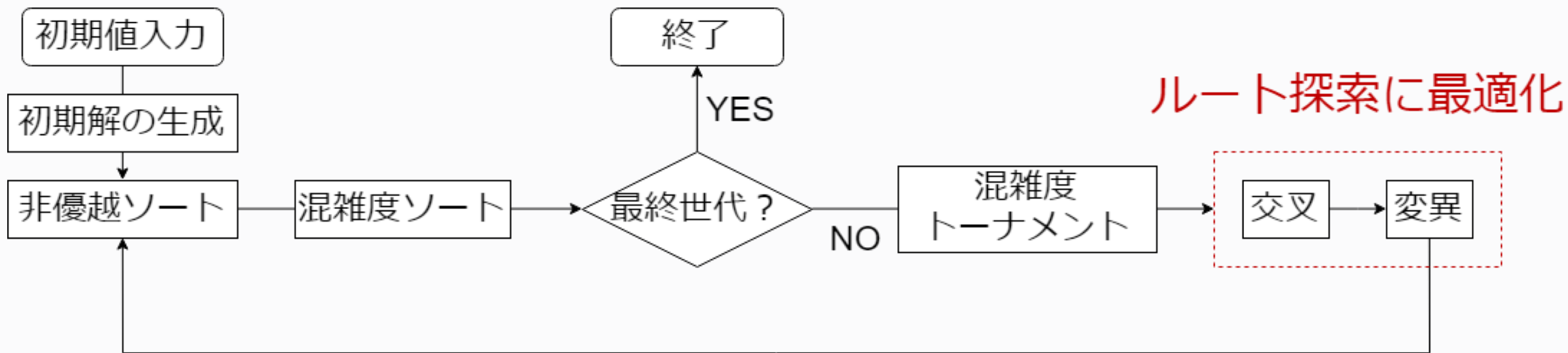
大域探索

多目的遺伝的アルゴリズム



局所探索

2-opt法



- ▶ **非優越ソート**: 支配される解の数(Rank)に従って各解を並び替え
- ▶ **混雑度ソート**: Rankと多様性が高い個体を選択
- ▶ **混雑度トーナメント**: 次世代の母集団を生成

2-opt 法



start

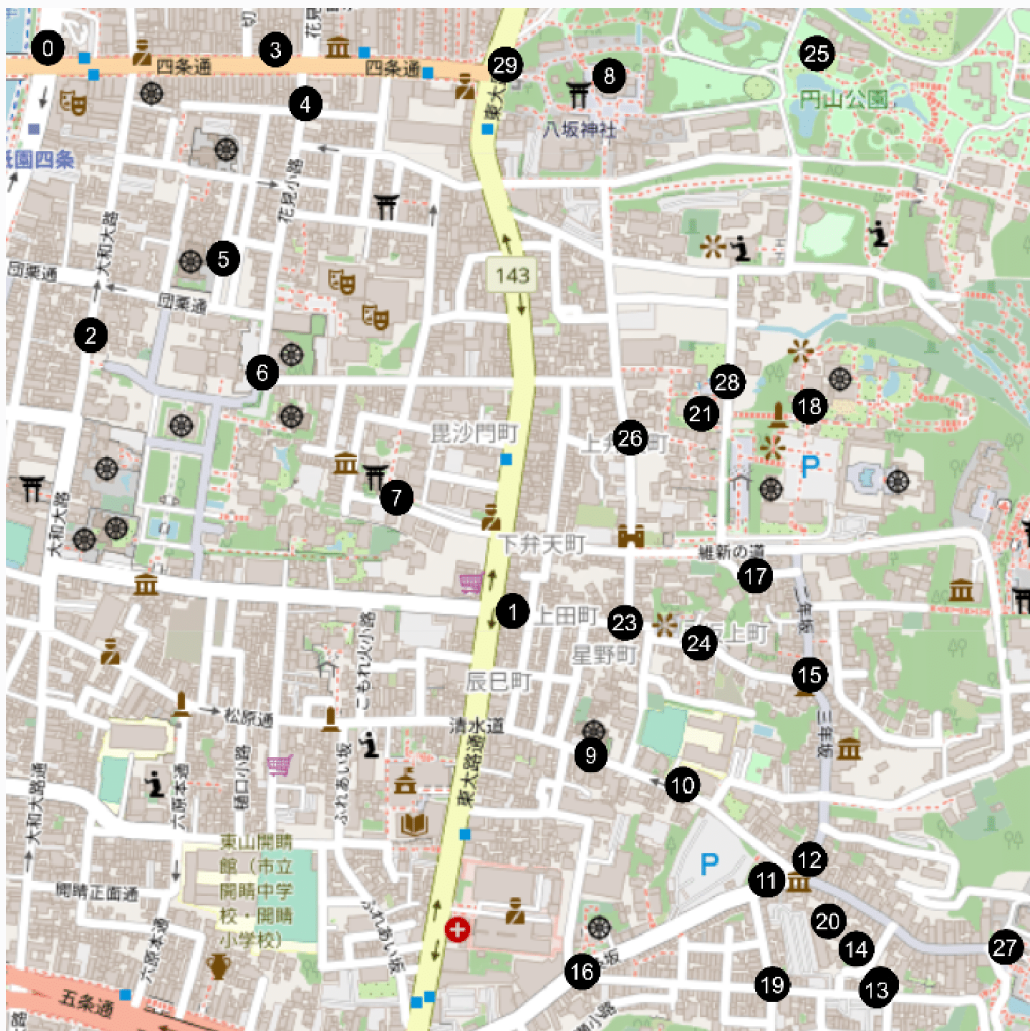
	金銭	体力	時間	満足度
GA	10000	3000	5000	3000
↓				
2-opt後	10100 ↑	3500 ↑	5000 →	3300 ↑

F-D-goal
が存在
D-F-goal

まわるPQ地点順に探索して、コストが低い順に探索するはず



30個のPoIにアルゴリズムを適用



Data	金銭	体力	時間	満足度
Trans.	From Google	Virtual Data	From Google	Virtual Data
PoI	Virtual Data	Virtual Data	Virtual Data	Virtual Data

◆ 評価

- ▶ 解の評価
- ▶ ルートの評価
- ▶ 計算時間の評価
- ▶ 2-optの効果の評価



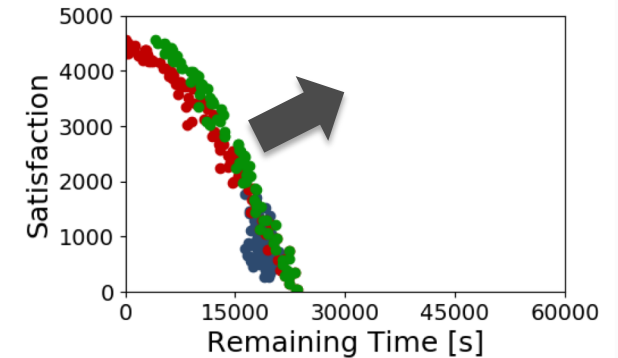
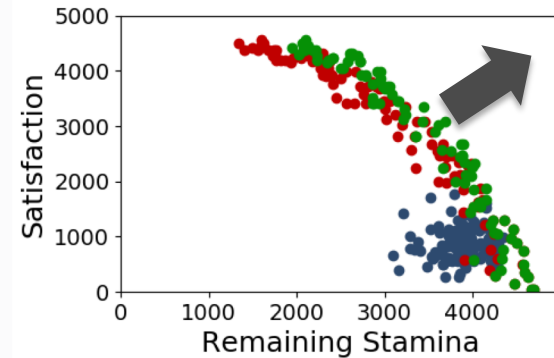
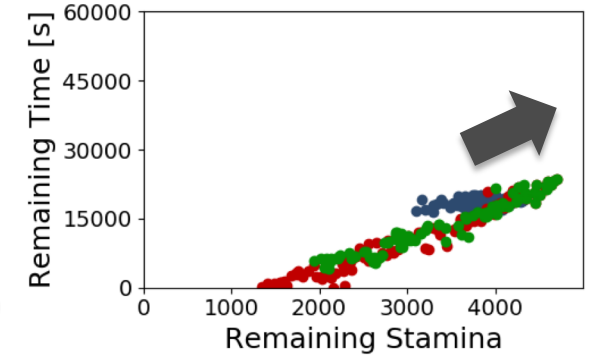
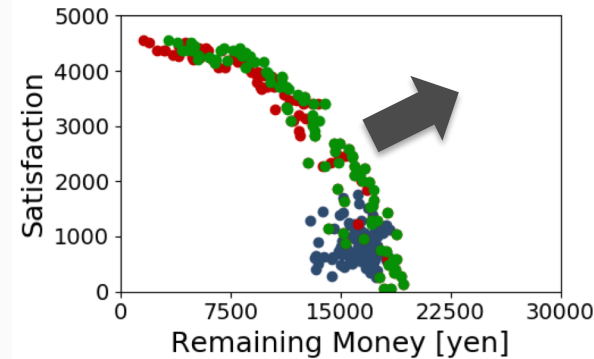
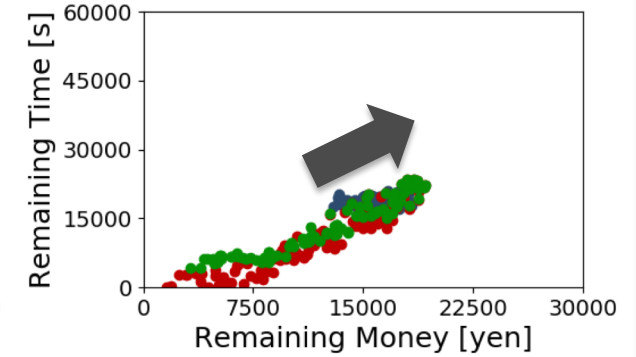
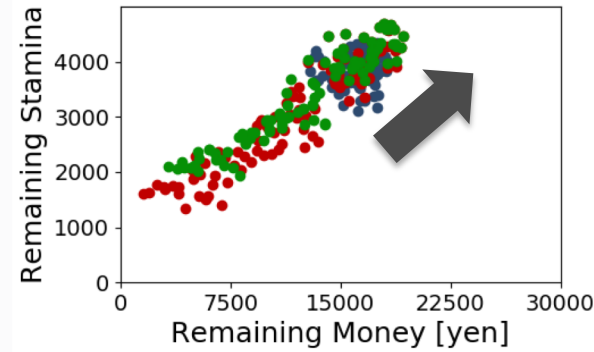
初期解の生成



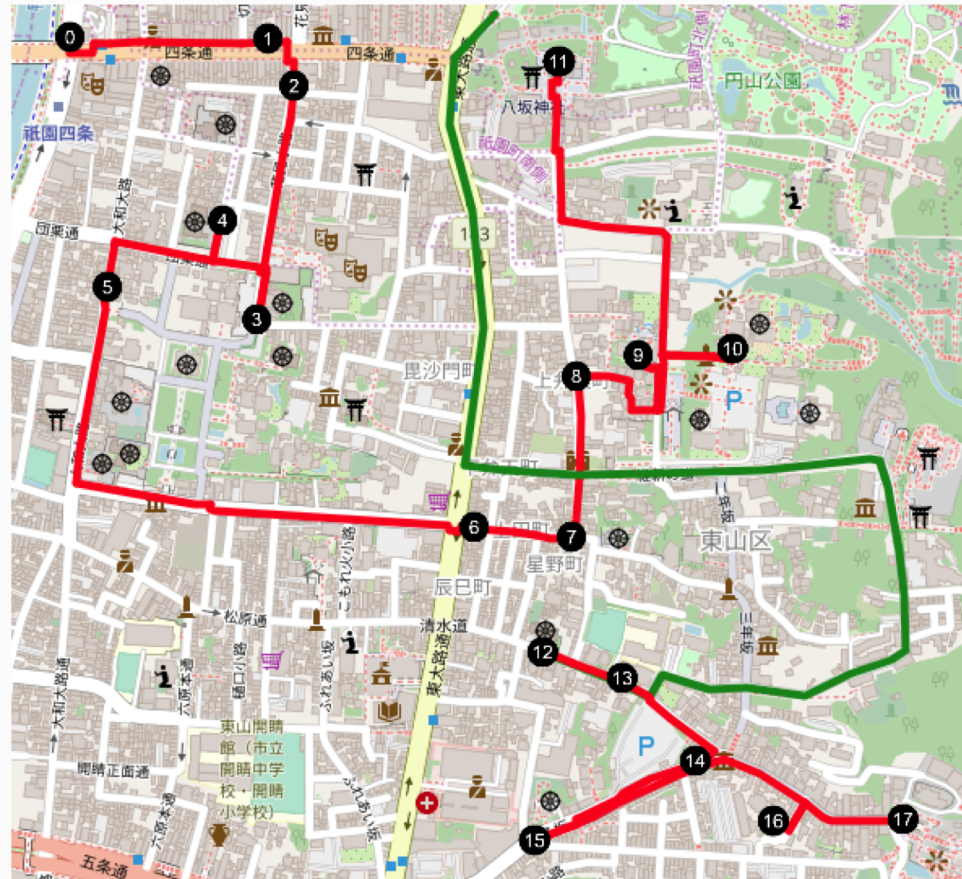
多目的遺伝的アルゴリズム



2-opt法



ルートの評価



◆ 解(17個の PoIを含む)

- 徒歩での移動
- Taxiでの移動

**算出結果は直観的におかしいルートではない
Taxiの利用は効果的である (最長経路での利用)**

計算時間の評価



[s]	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	平均
GA	241.0	221.4	248.8	252.7	224.9	237.8±14.0
2-opt	243.8	271.7	259.3	257.8	227.5	256.0±16.9
合計	484.8	493.1	508.1	510.5	452.4	489.8±23.4

計算時間の平均: 490±23[s]

2-optによる解の向上



◆ GAによる解



◆ GA+2-optによる解



解の複雑性を解消し、より良い解を出力





- ◆ アルゴリズムによるルートが自動生成ができた
 - ◆ 高い解の多様性を保持している
 - ◆ 2-optによるルートの向上が見られた
 - ◆ システム全体の計算時間は平均490[s]である
-
- ◆ 解のルートは不自然ではないが、定量的評価ができていない
 - **定量的なルートの評価指標が求められる**
 - ◆ データセットの実際の値を取得する必要がある
 - **ユーザをモデル化することで各値を推定**