



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経路提示手法の検討

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科
ユビキタスコンピューティングシステム研究室
平野陽大, 諏訪博彦, 安本慶一



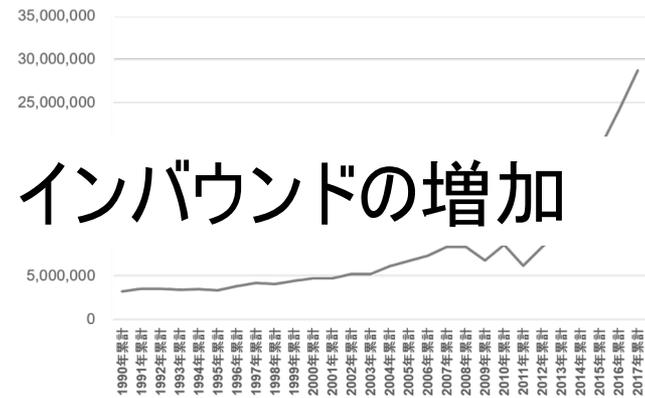
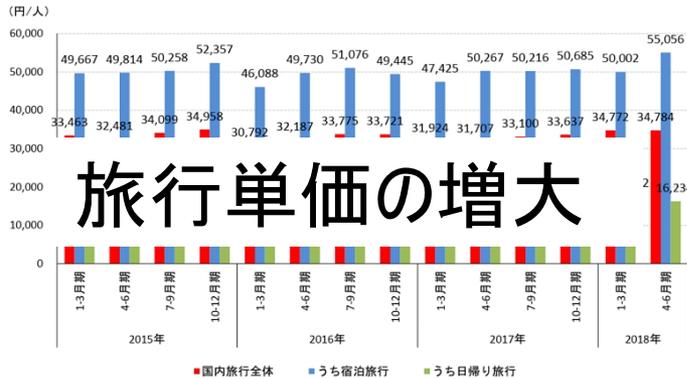
- 背景・目的
- 関連研究
- 問題設定
- 提案システム
- まとめ・今後の展望



- 背景・目的
- 関連研究
- 問題設定
- 提案システム
- まとめ・今後の展望



観光需要増大



旅行の自動プラン生成

経路 経費
移動方法

自動で提案
プランを生成する

観光後の充実感を判断材料にしたい

観光後の充実感



充実感大



観光で得られた満足度 **大**

疲労 **小**

使ったお金 **多**

費やした時間 **少**

充実感小



観光で得られた満足度 **大**

疲労 **大**

使ったお金 **多**

費やした時間 **多**

観光後の充実感



充実感 **大**



観光で得られた満足度 **大**

疲労 **小**

使ったお金 **多**
費やした時間 **多**

ユーザの持つリソースの変化

充実感 **小**



観光で得られた満足度 **小**

疲労 **大**

使ったお金 **多**
費やした時間 **多**

目的



ユーザのリソースを考慮した推薦

提案するシステム

リソース消費と観光満足度の最適化



目的
初期値



現在



・プラン1



・プラン2

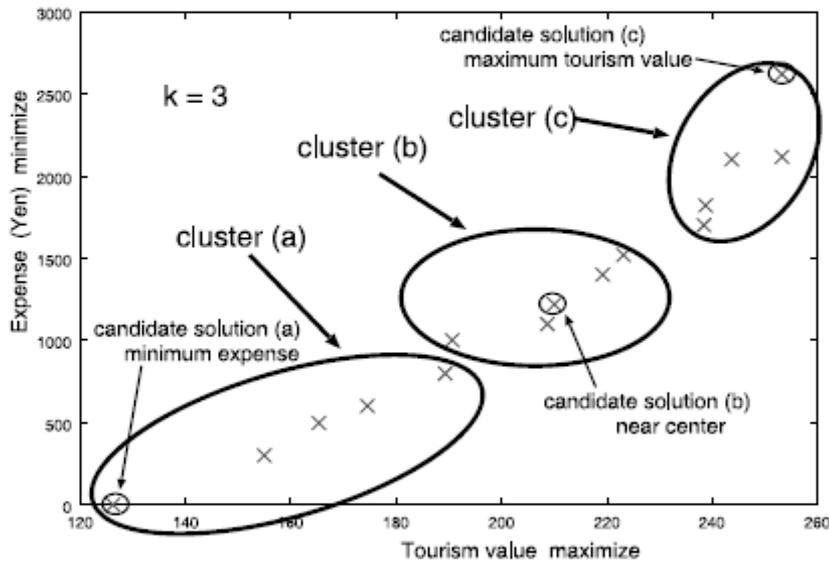
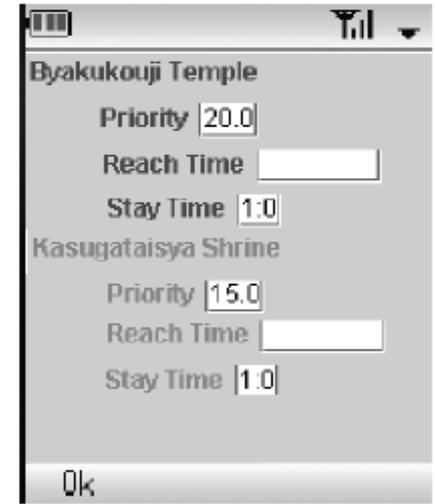
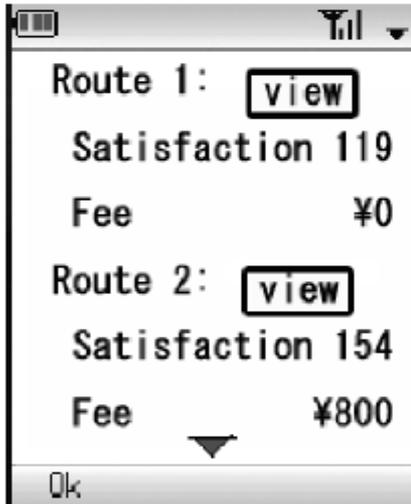


観光後の充実感



- 背景・目的
- **関連研究**
- 問題設定
- 提案システム
- まとめ・今後の展望

関連研究1



観光満足度 ↔ 金銭

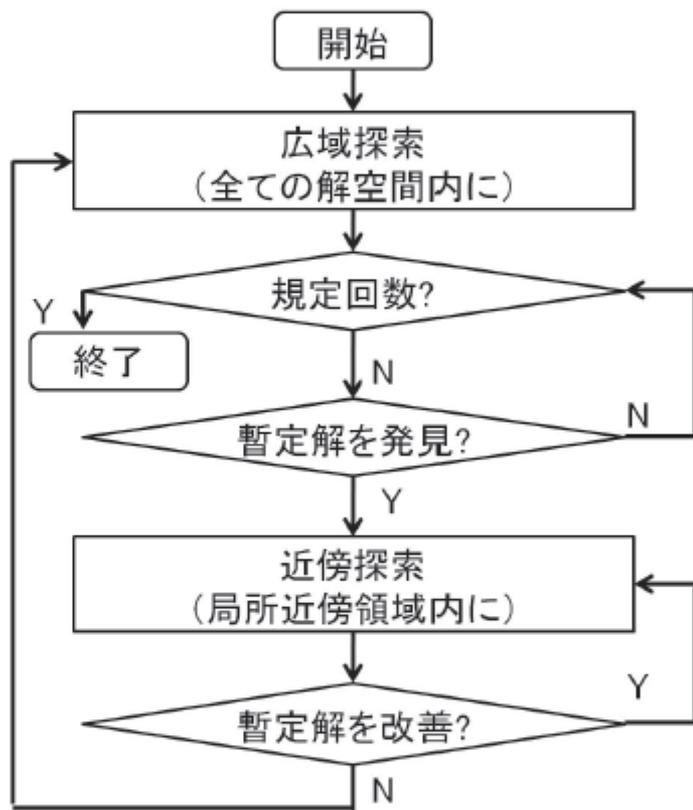
他の要因の考慮無し

Takayuki Shiraiishi, Munenobu Nagata, Naoki Shi-bata, Yoshihiro Murata, Keiichi Yasumoto, and Minoru Ito. A personal navigation system with functions to compose tour schedules based on mul-tiple conicting criteria. *IPSJ Digital Courier*, Vol. 1, pp. 528{536, 2005.

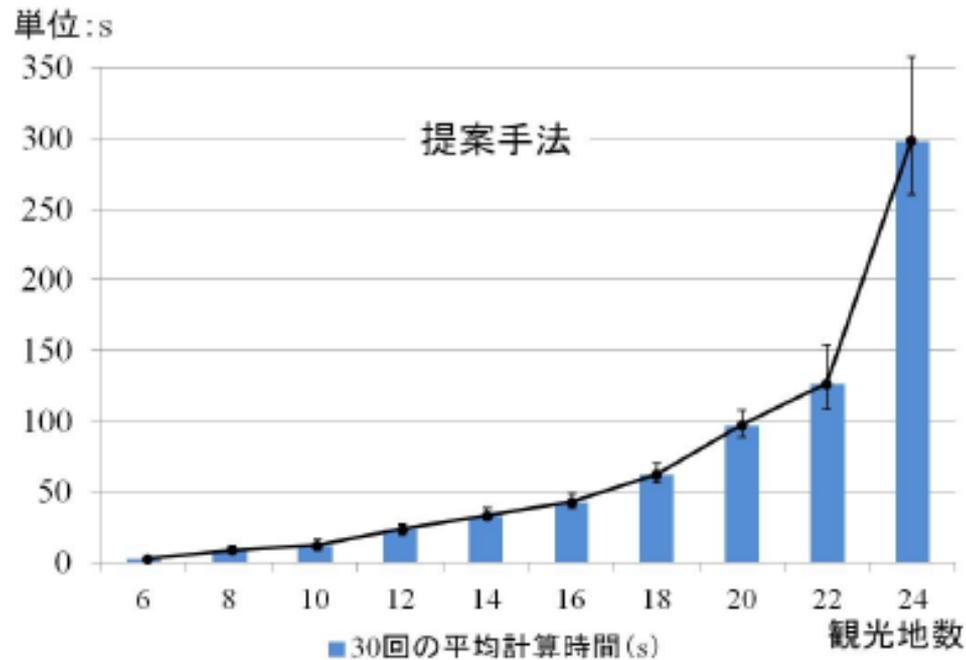
関連研究2



捕食法(採用アルゴリズム)



全探索の**95.65%**の満足度



体力・時間が制約 ➡ 満足度

リソース消費の評価無し

兵武, 孫為華, 村田佳洋, 安本慶一, 伊藤実. ユーザの体力変化に対応可能な観光スケジュールの立案手法. 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 3, pp.1141-1152, 2013.



- 背景・目的
- 関連研究
- **問題設定**
- 提案システム
- まとめ・今後の展望



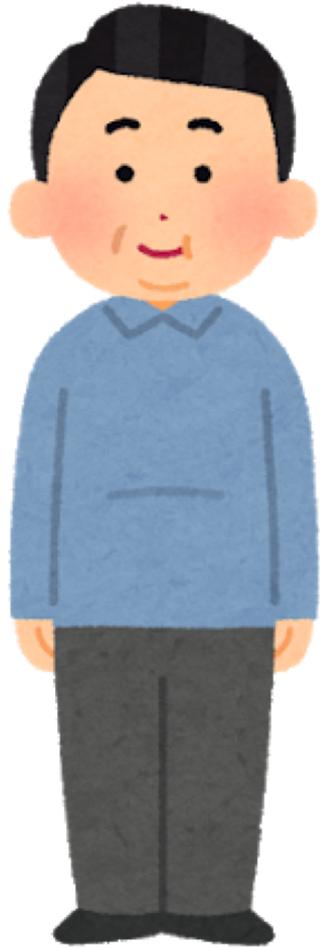
ユーザの持つリソース
金銭 時間 体力

観光目的
満足度

- ・移動手段によるリソース消費量の変化
- ・観光地の巡回によるリソース消費量の変化
- ・リソースと満足度の最適化(目的)

➡ これら3つの要素を定式化

Case Study



観光客

1. 性格: 節約思考, 歩くのが嫌い
2. 目的: 京都駅出発, 京都観光

リソース

金銭: 3000円

時間: 300min

体力: 1000

得るもの

満足度

移動手段



京都駅

初期リソース
金銭: 3000円
時間: 300min
体力: 1000
満足度: 0

タクシー利用



バス利用+徒歩



徒歩



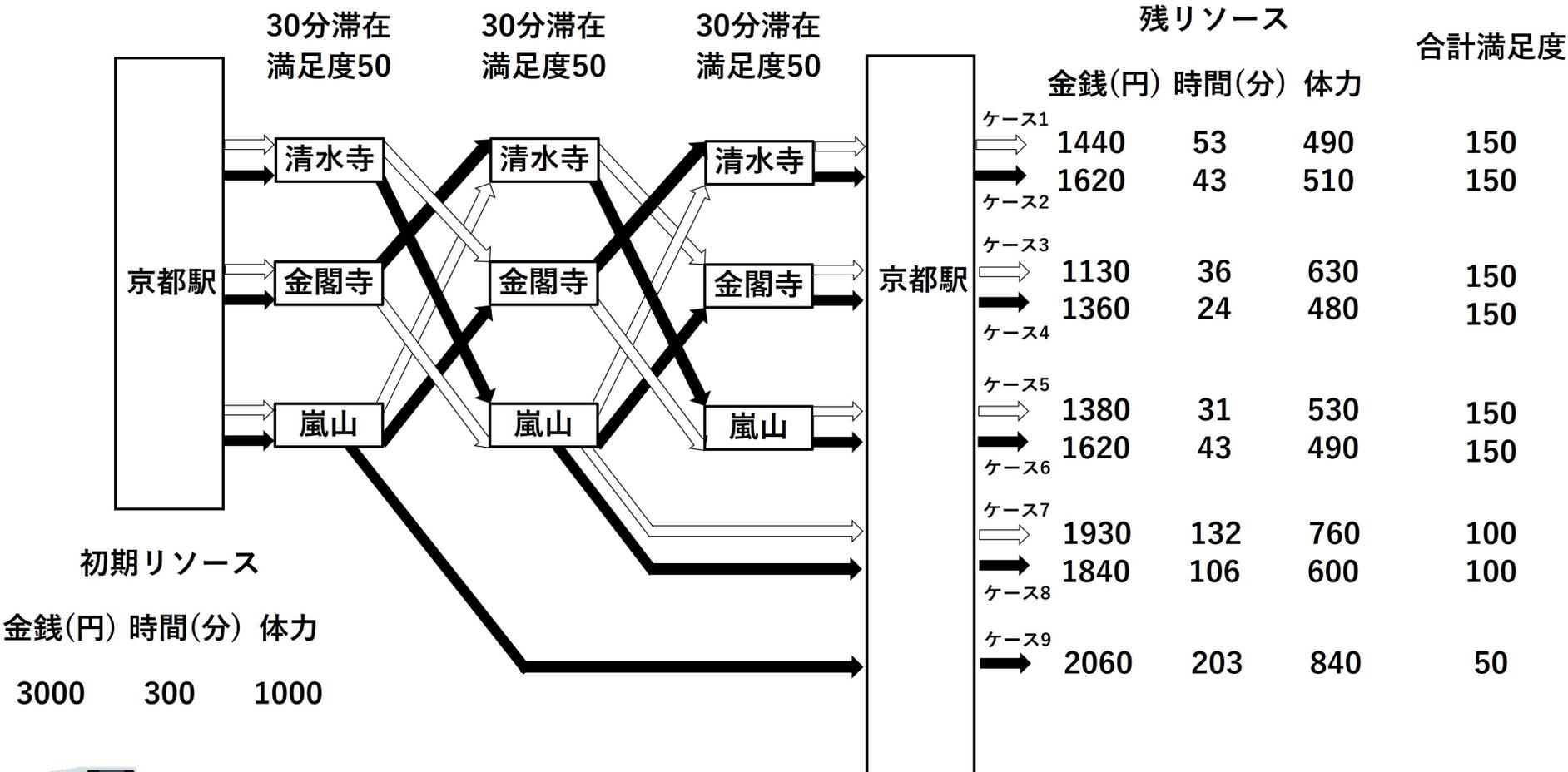
清水寺

残りリソース
金銭: 2000円
時間: 280min
体力: 1000
満足度: 0

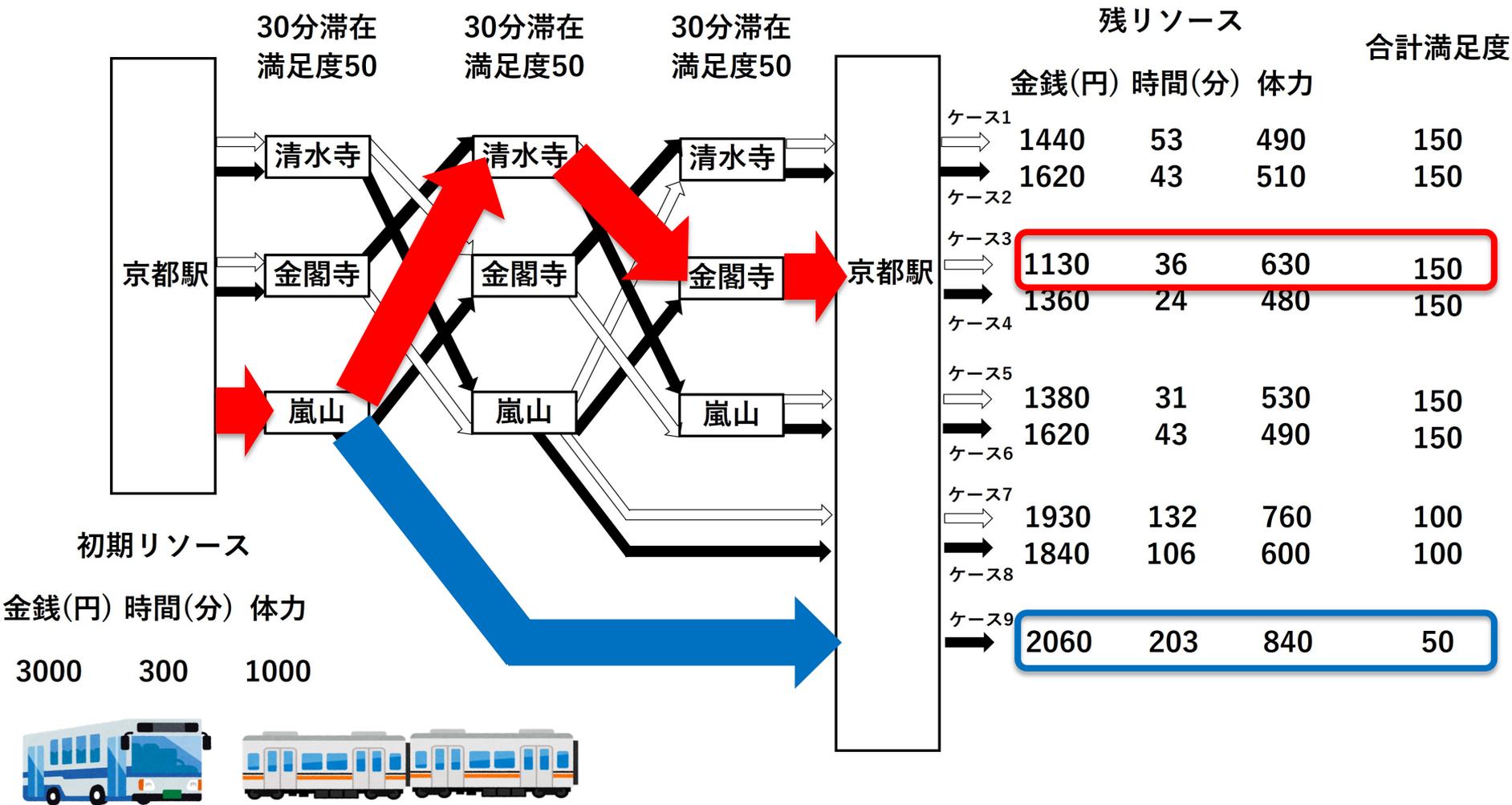
残りリソース
金銭: 2800円
時間: 270min
体力: 800
満足度: 0

残りリソース
金銭: 3000円
時間: 255min
体力: 670
満足度: 0

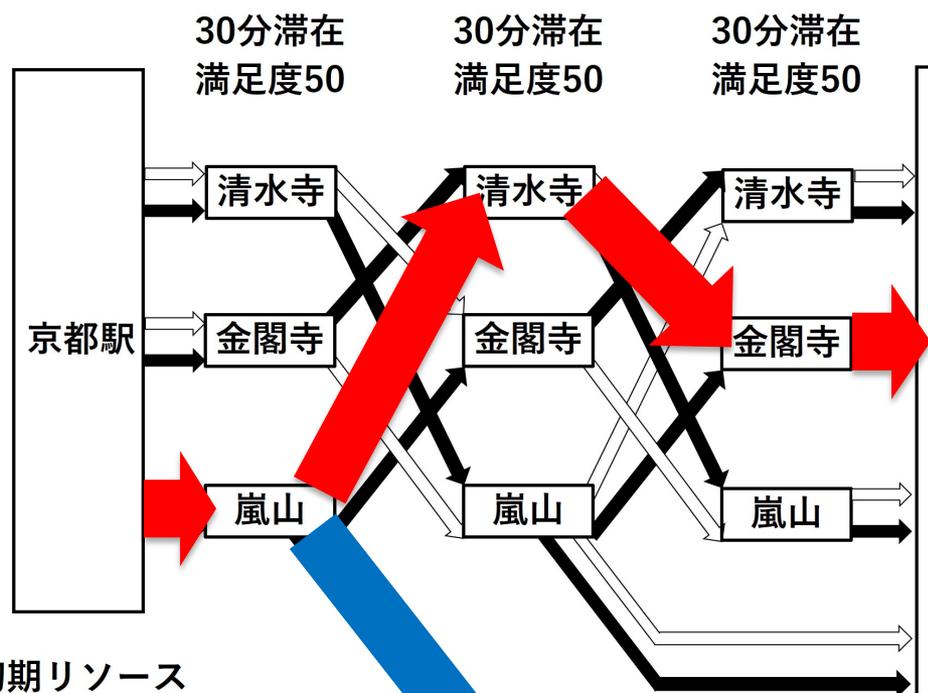
観光地の巡回



観光地の巡回



観光地の巡回



金銭(円) 時間(分) 体力

3000 300 1000



残りリソース		
金銭 (円)	時間 (分)	体力
1130	36	630
合計満足度		
150		

残りリソース		
金銭 (円)	時間 (分)	体力
2060	203	840
合計満足度		
50		

観光地の巡回



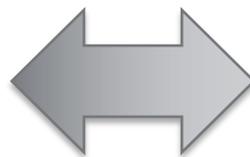
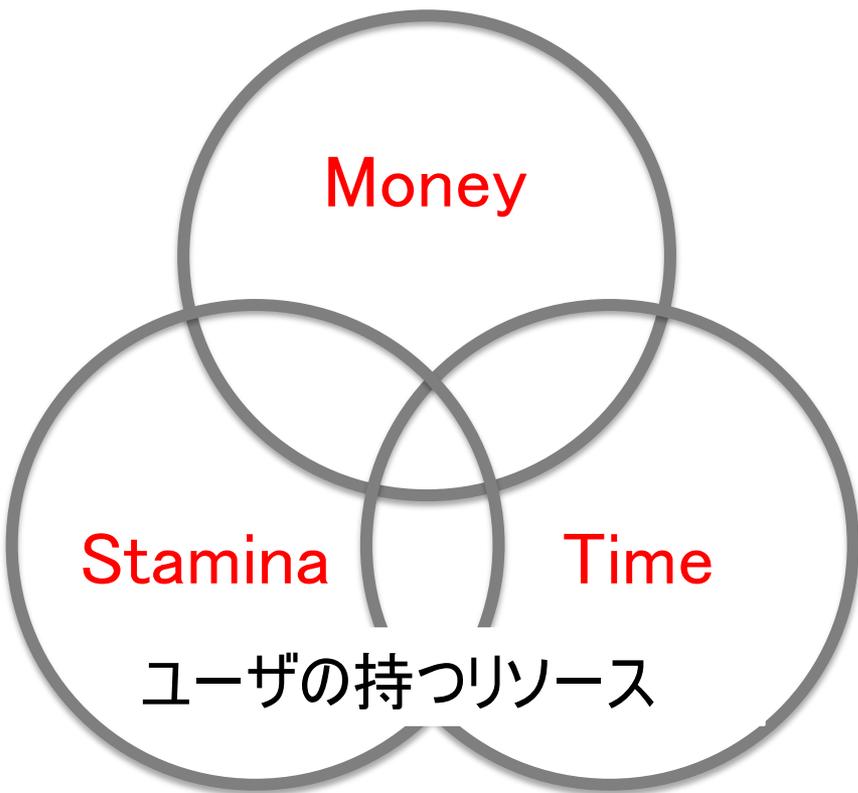
残りソース		
金銭 (円)	時間 (分)	体力
1130	36	630
合計満足度		
150		

残りソース		
金銭 (円)	時間 (分)	体力
2060	203	840
合計満足度		
50		

どちらが良いか？

➡ 絶対的な優劣をつけられない

最適化



観光による満足度
(ユーザの経験)

4つのパラメータの多目的最適解

定式化



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



$$\begin{pmatrix} m_n \\ t_n \\ S_n \end{pmatrix} \begin{array}{l} \text{金銭} \\ \text{時間} \\ \text{体力} \end{array}$$

残りソース



$$\begin{pmatrix} CM(x_i) \\ CT(x_i) \\ CS(x_i) \end{pmatrix}$$

経路地点
での消費



$$\begin{pmatrix} \mathit{moveCM}(x_i, x_{i+1}) \\ \mathit{moveCT}(x_i, x_{i+1}) \\ \mathit{moveCS}(x_i, x_{i+1}) \end{pmatrix}$$

経路地点間での
移動による消費

定式化



$$C(\mathbf{X}) = \sum_{i=0}^{n-1} [SAT(x_i) + moveSAT(moveCT(x_i), x_i, x_{i+1})] + SAT(x_n)$$

合計満足度

経路地点での
満足度変化

経路地点間の移動による
満足度の変化

$\{x_1, \dots, x_n\}$

目的関数(多目的最適化)

$maximize(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$



- 背景・目的
- 関連研究
- 問題設定
- **提案システム**
- まとめ・今後の展望

提案システム



初期リソース
使えるお金
行動可能時間

行きたい観光地

- ・金閣寺
- ・清水寺
- ・嵐山
- ...

リソース消費量の推定

アルゴリズム

パレート最適解

- ・プラン1
- ・プラン2
- ・プラン3
- ...

入力



現在

プランを選択

・プラン1



・プラン2



観光後の状態

提案システム



初期リソース
使えるお金
行動可能時間

行きたい観光地

- ・金閣寺
- ・清水寺
- ・嵐山
- ...

リソース消費量の推定

アルゴリズム

パレート最適解

- ・プラン1
- ・プラン2
- ・プラン3
- ...

入力



現在

プランを選択

・プラン1



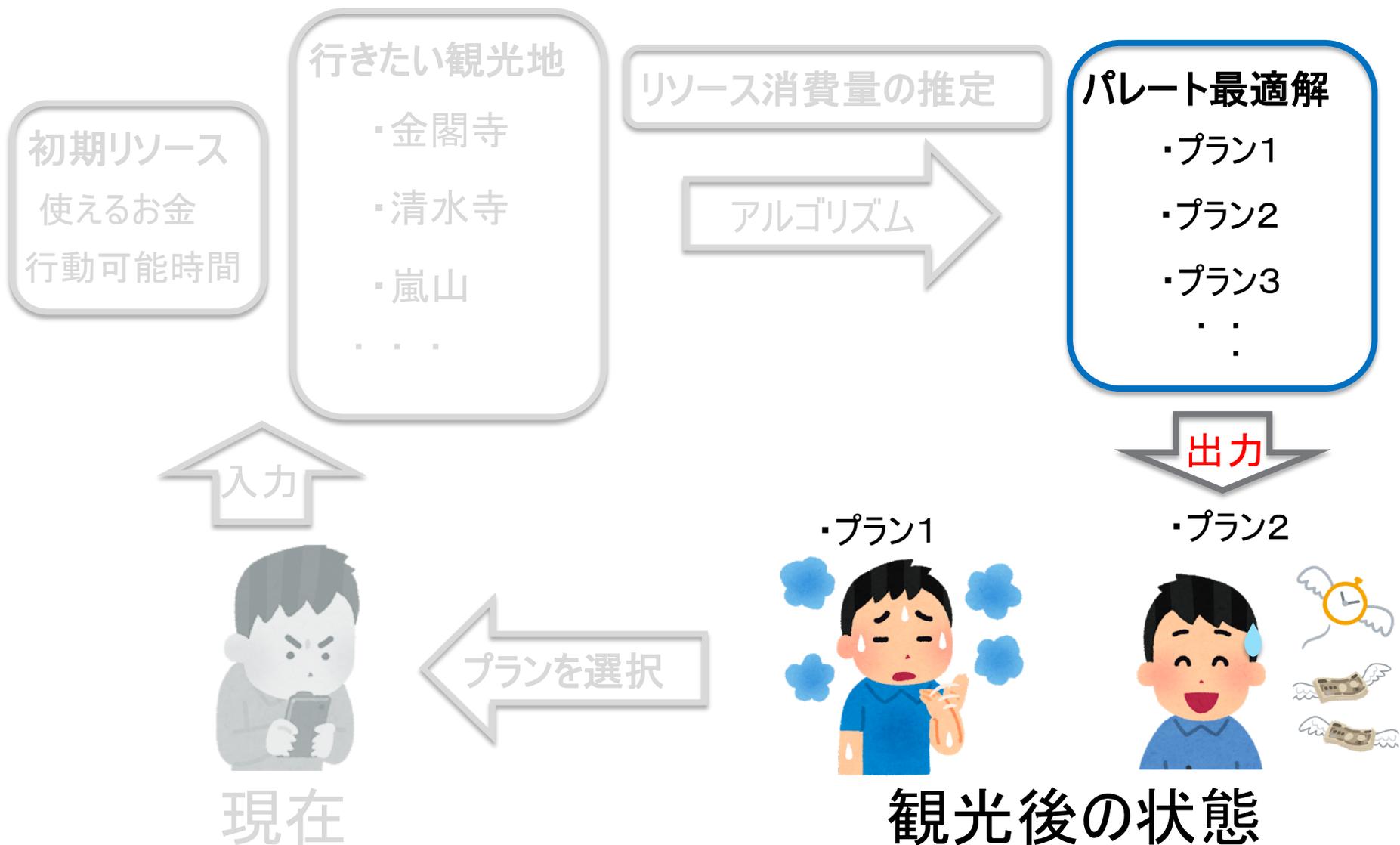
観光後の状態

・プラン2

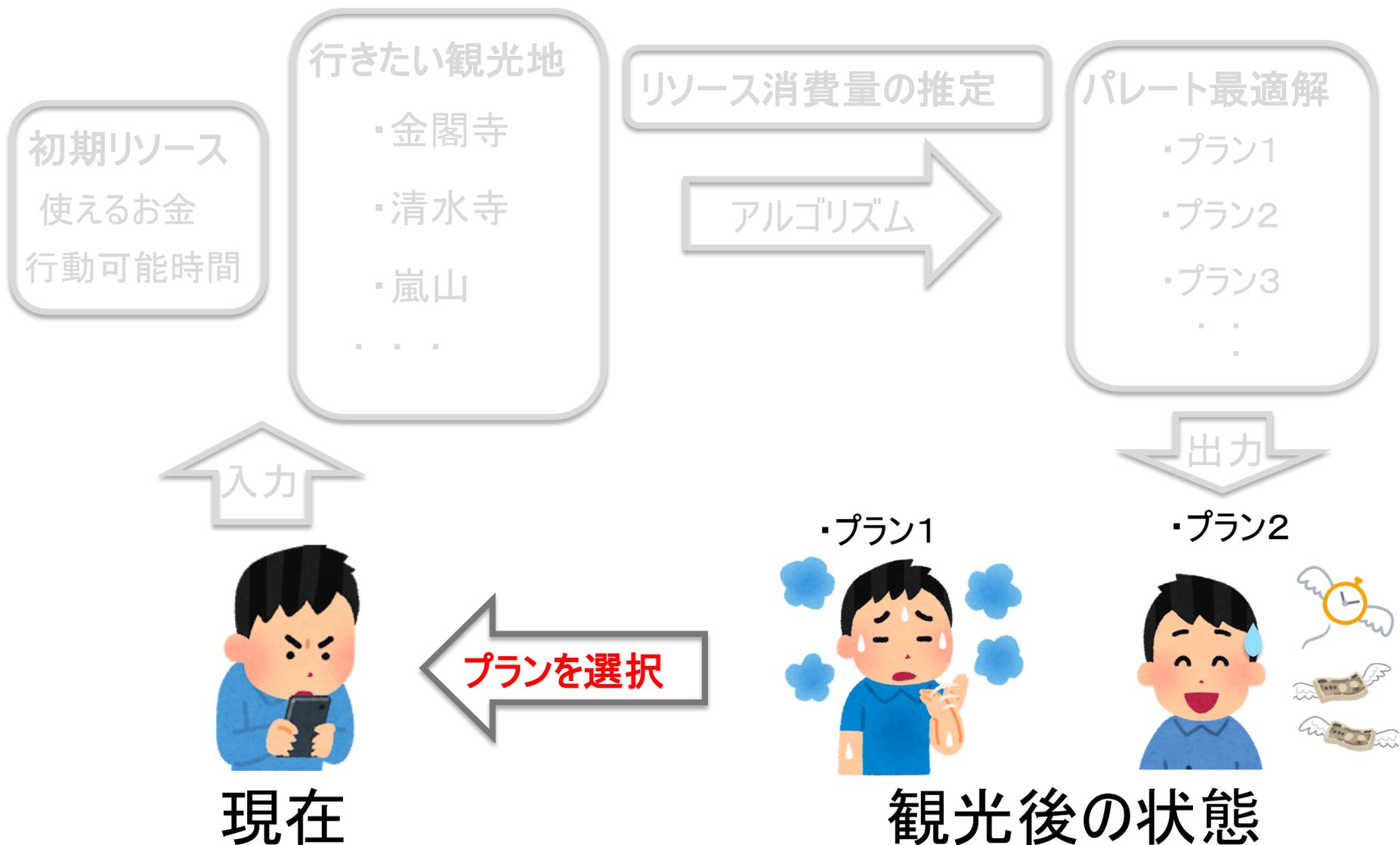


出力

提案システム



提案システム





多目的最適化問題

$$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$$

Step 1 リソース消費量の推定

$m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X})$ の各関数を算出



Step 2 多目的最適化問題を解く

$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$ の解を算出



Step 3 ユーザに解を提示して意思決定支援

算出した解をわかり易く提示



多目的最適化問題

$$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$$

Step 1 リソース消費量の推定

$m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X})$ の各関数を算出

Step 2 多目的最適化問題を解く

$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$ の解を算出

Step 3 ユーザに解を提示して意思決定支援

算出した解をわかり易く提示

リソース消費量の推定



観光地



移動手段



リソース消費を推定



金銭



時間



体力

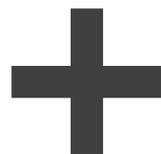
消費する体力



ストレス: 精神的



- ・天候
- ・混雑度
- ・心拍数間隔



運動量: 肉体的



- ・歩行
- ・基礎代謝

消費する金銭



観光地の利用料金



交通機関の利用料金

消費する時間



観光地の滞在時間



交通機関の利用時間



多目的最適化問題

$$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$$

Step 1 リソース消費量の推定

$m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X})$ の各関数を算出

Step 2 多目的最適化問題を解く

$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$ の解を算出

Step 3 ユーザに解を提示して意思決定支援

算出した解をわかり易く提示



パレート最適解を算出



全探索では実時間での計算は難しい



ヒューリスティックアルゴリズムを利用

NSGA-II SPEA2 NPGA2 ...

各アルゴリズムの優位性について検討



多目的最適化問題

$$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$$

Step 1 リソース消費量の推定

$m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X})$ の各関数を算出



Step 2 多目的最適化問題を解く

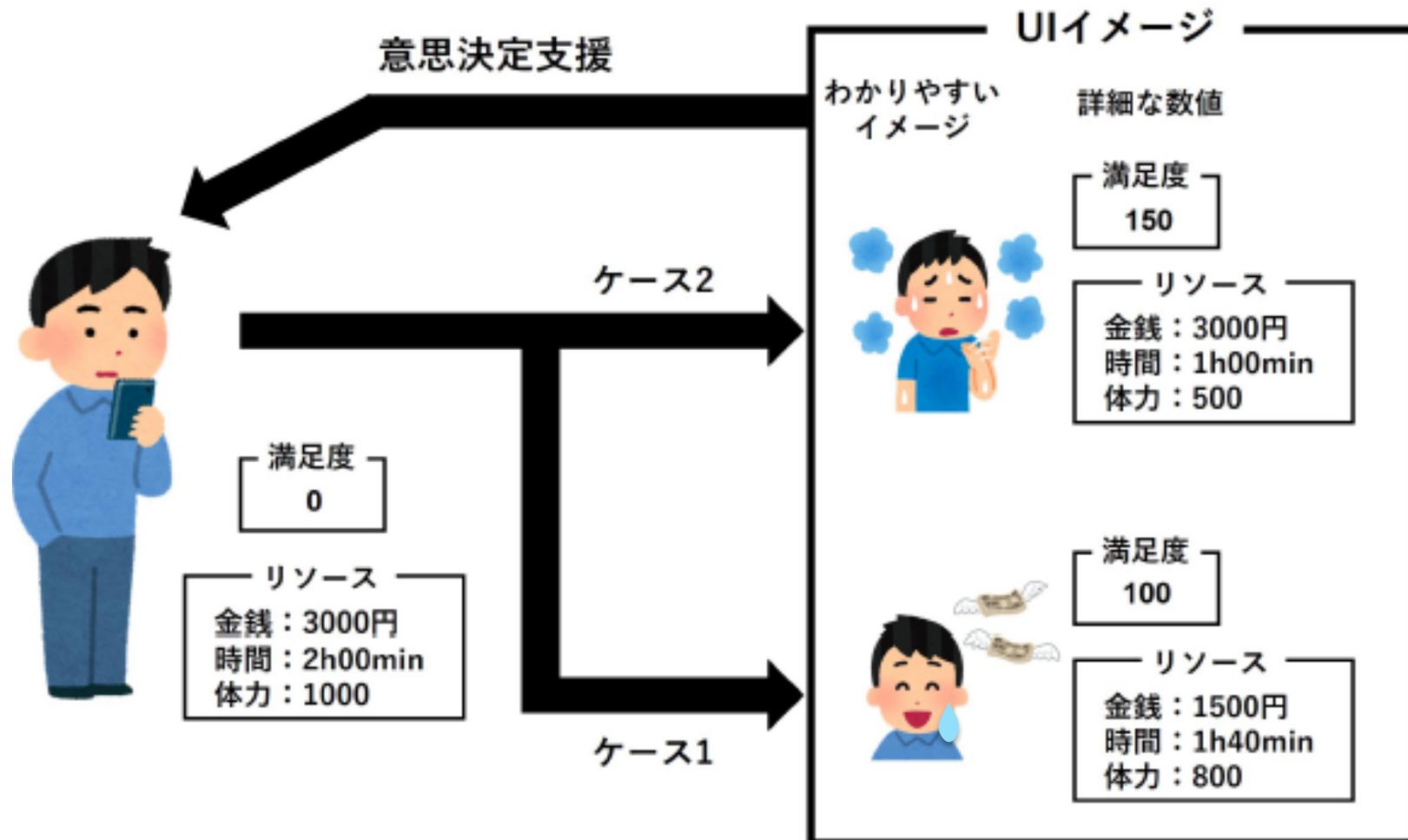
$\text{maximize}(m_n(\mathbf{X}), t_n(\mathbf{X}), s_n(\mathbf{X}), C(\mathbf{X}))$ の解を算出



Step 3 ユーザに解を提示して意思決定支援

算出した解をわかり易く提示

ユーザに解を提示





- 背景・目的
- 関連研究
- 問題設定
- 提案システム
- **まとめ・今後の展望**



目的

観光の満足度とリソース消費を考慮した観光プラン推薦システムの開発

知見

- ・満足度とリソース消費を最適化するためには
 $maximize(m_n(X), t_n(X), s_n(X), C(X))$
を解く必要がある

- ・リソース消費量の推定が必用
- ・ヒューリスティックアルゴリズムにより解を算出
➡ 詳細は今後検討
- ・ユーザにとってわかり易いUIで解を提示
➡ UIの詳細については今後検討