

# 時空間情報科学特論

## 第Ⅱ部

### GISを用いた時空間情報の解析

#### 第7回

## GA(遺伝的アルゴリズム)とGISを用いた 施設配置評価

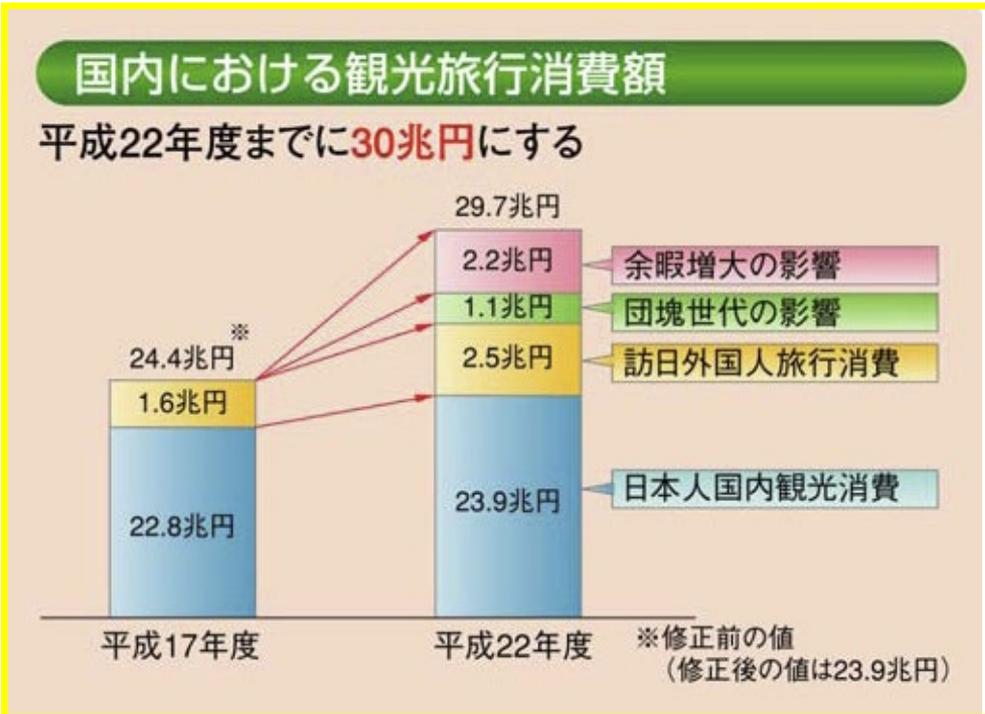
担当 大学院情報理工学研究科 情報学専攻  
教授 山本佳世子

## 第7回講義の内容

1. 研究の動機
2. 評価の枠組みと方法
3. 研究対象地域の選定とデータベースの構築
4. 遺伝的アルゴリズムによる施設配置の評価
5. 適正配置の評価結果をもとにした観光回遊行動モデルの提案
6. 研究成果のまとめ

Japan

・観光立国実現のための観光行政の取り組み(観光立国推進基本計画(H19,6))→**グリーン・ツーリズム**, **文化観光**, **産業観光**などの開拓・推進



都市型観光

観光客向けの**サービス提供の場**が多く整備  
↓  
**交通網の整備**や**観光関連施設配置**も重要な施策の一つ

問題点

観光客の訪問が多い地域であっても、**施設配置は十分ではない**  
↓  
観光客が各観光場所を効率的に訪問することが難しい

出典:国土交通省平成22年度版観光白書(一部抜粋)

## 1-2. 研究の動機(2/2)

### 本研究の目的

観光地における観光回遊行動の効率向上のための公共交通機関・施設の空間的な配置の評価方法を提案

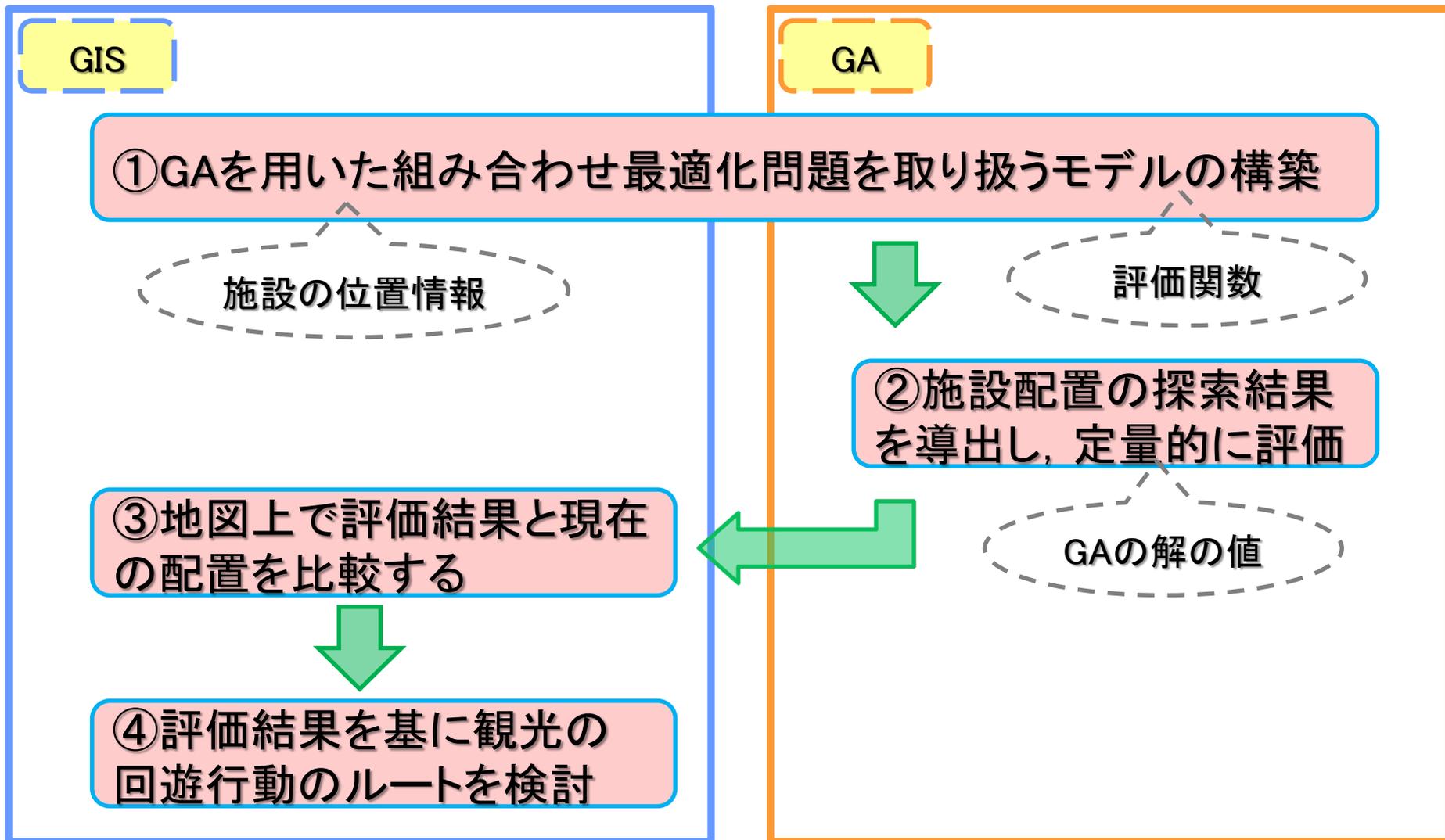
cf. 観光スポット(テーマパークなど, 観光の目的となる不変の施設)



可変の施設(バス停・コンビニエンスストア(CVS)・観光案内所など)

- 地域の状況や地域への影響を考慮し、観光関連施設のより良い配置を探索し、仮想的に再配置する
- 方法; 遺伝的アルゴリズム(GA)と地理情報システム(GIS)を利用した最適解(観光関連施設の位置情報)の探索とその提示

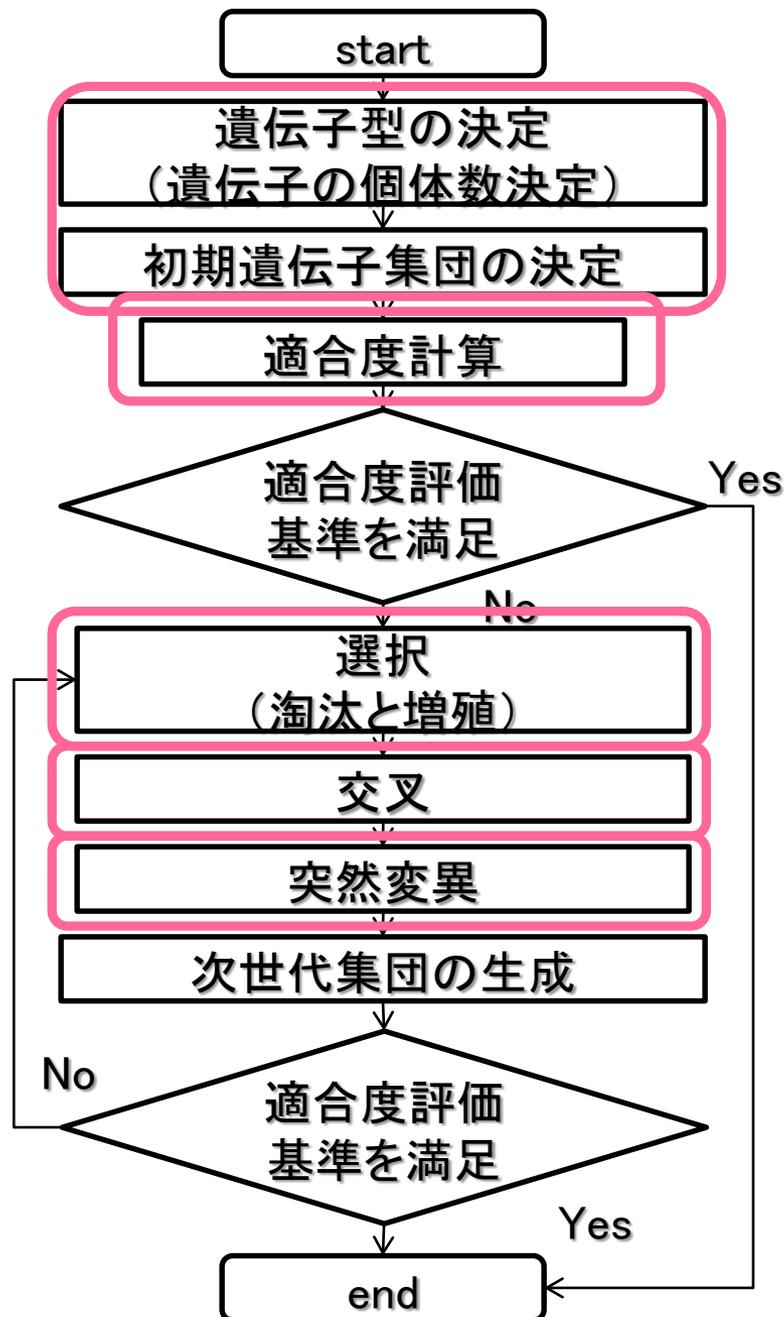
## 2-1. 評価の枠組み



## 2-2. 評価方法(GAの原理)

### 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, GA)

生物の遺伝と進化のメカニズム  
を工学的にモデル化したもので、  
選択・交叉・突然変異などの  
遺伝的操作を繰り返しながら、  
帰納的に諸問題に対するより良  
い解を探索するアルゴリズム



GAの基本的なフロー

## 2-3. GAを適用した観光関連施設配置の評価方法(1/7)

施設の位置情報

» 遺伝子コード→コーディング

青木ら(1996)の施設配置最適化アルゴリズムを参考

GISで対象区域を100mメッシュ単位の区切り、仮想的に位置情報を作り出す

観光地周辺の環境

» 目的関数の変数となる因子  
ex. 交通機関と任意の施設の距離  
→目的関数の形を成形

GAの初期値

★ 個体群の適合度を計算

» 第一世代個体の個体群  
(上記の遺伝子コードと適合度を持つ)

施設の位置情報  
(より良いもの)

遺伝的操作を繰り返す

» 遺伝子コード→デコーディング

## 2-4. GAを適用した観光関連施設配置の評価方法(2/7)

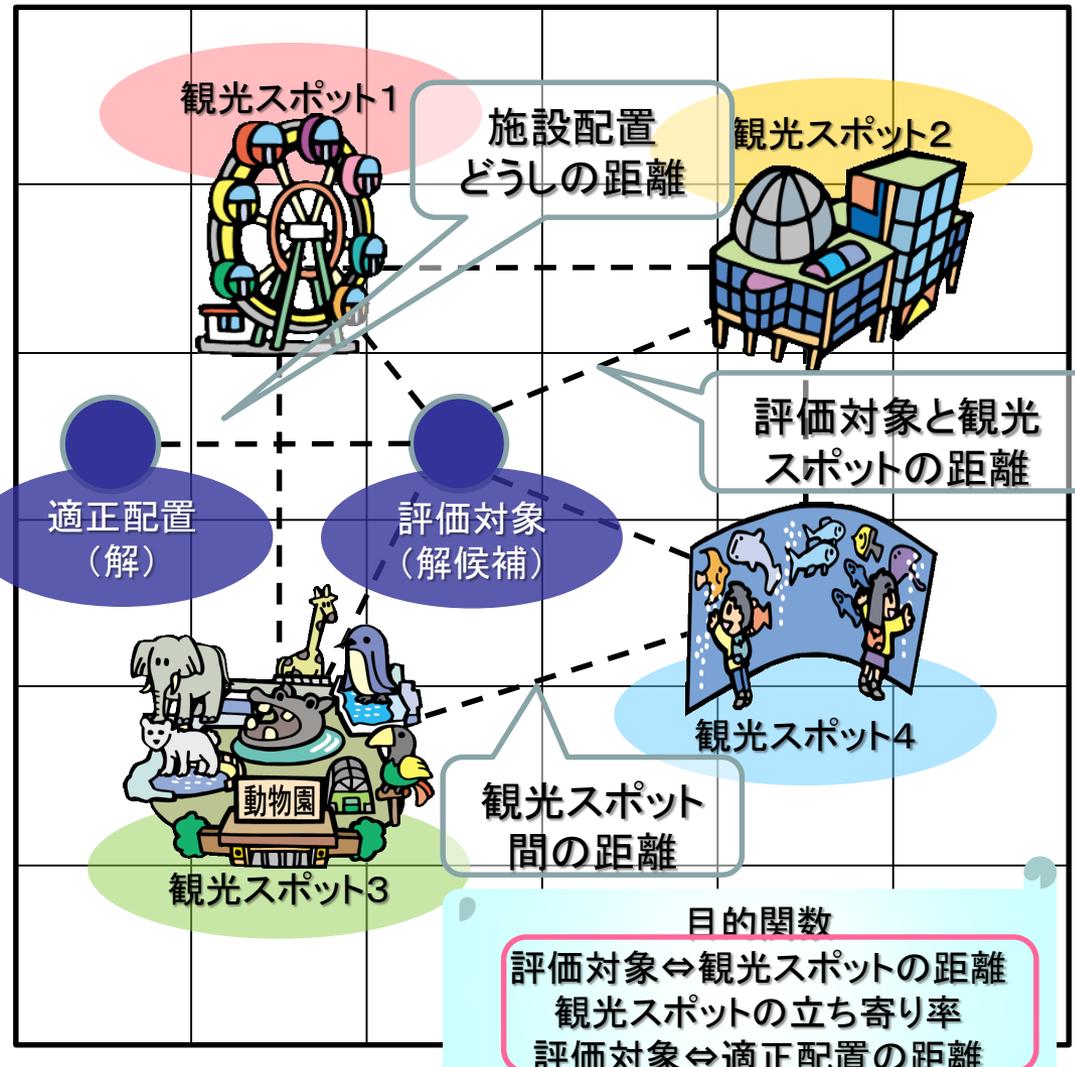
### ■ アルゴリズム設計

#### ★ 目的関数と適合度計算

対象地域の状況や観光回遊行動の効率性を考慮したものを因子として、重みづけをしながら目的関数を成形

適合度 : 多くの観光スポットへの立ち寄り易さ

より多くの観光スポットを周ることが前提



### ■ アルゴリズム設計

#### ★ 目的関数と適合度計算

単体の適正配置を求める場合

$$\text{fitness} = t_1d_1 + t_2d_2 + t_3d_3 + \dots + t_nd_n = \sum_{i=1}^n t_i d_i$$

#### 施設配置の適合度計算

観光スポット一つ一つの影響を反映させ、合算

d: 0 or 1 (観光スポットからの距離による適合度評価)  
t: 立ち寄り率 n: 対象観光スポット数

複数の適正配置を求める場合

$$\text{fitness} = \left[ \sum_{i=1}^n t_i d_i + \sum_{j=1}^m \left\{ d_{k_bj} \prod_{j'=j}^m (1 + d_{k_a j'}) \right\} \right] / \prod_{j=1}^m (1 + d_{k_a j})$$

既成の適正配置一つ一つの影響を反映させ、合算

d, d<sub>kb</sub>: 0 or 1 (適正配置からの距離による適合度評価)  
d<sub>ka</sub>: 0 or 8 (適正配置からの距離による適合度評価)  
m: 既に配置した適正配置の数(既成の適正配置数)

### ■ アルゴリズム設計

#### ★ 目的関数と適合度計算



	目的関数	重みづけ	適合度計算 (適合度: 立ち寄る観光スポットの数)
距離による適合度の評価 (第一段階)	評価対象と各観光スポットとの距離 $d$ [m]  $d =   \text{評価対象の位置} -   \text{観光スポットの位置}  $	$d \leq 400$ : 必ず立ち寄る  $d > 400$ : 離れるほど立ち寄らない (確率)	$d \leq 400$ : 適合度 $\text{fitness} = +1$  $d > 400$ : 適合度は確率的に $\text{fitness} = +1$ または $\text{fitness} = \pm 0$

※400m; 一般的に徒歩での移動が苦にならない圏域 → 観光スポットに立ち寄りやすい (石原ら(2006)の日常生活圏域についての研究を参考)

### ■ アルゴリズム設計

#### ★ 目的関数と適合度計算

- ・各々の観光スポットの、地域の観光客数に対する立ち寄り人数を導出
- ・観光スポットの人気度

	目的関数	重みづけ	適合度計算（適合度：立ち寄る観光スポットの数）
立ち寄り率による適合度の評価（第二段階）	各観光スポットの立ち寄り率（観光地を訪れた人々が何人観光スポットに立ち寄ったか）	立ち寄り率が高いほど適合度が上がる	m人がxヶ所，n-m人がx±1ヶ所立ち寄る場合  fitness = mx + (n-m)(x±1)

### ■ アルゴリズム設計

#### ★ 目的関数と適合度計算

複数の適正配置を求める場合

既に配置した適正配置  
(既成の適正配置)の周  
辺に位置する8つの解  
候補のメッシュが対象

	目的関数	重みづけ	適合度計算 (適合度: 立ち寄る観光スポットの数)
適正配置からの距離による評価① (第三段階)	<p>評価対象と適正配置との距離 <math>d_{ka} [m]</math></p> <p><math>d_{ka} =   \text{評価対象の位置} -   \text{適正配置の位置}  </math></p>	<p>適正配置と隣接する個体は適合度が下がる</p> <p><math>d_{ka} \leq 200</math> : 適合度が下がる</p>	<p><math>d_{ka} \leq 200</math> : 適合度 <math>\text{fitness}' = \text{fitness} / (\text{分母} + 8)</math></p>

適正配置を1つ置くごとに計算を付加

※200m ;任意のメッシュ(個体)の端から隣接するメッシュの端までの距離  
→1つの地区における解の密集を防ぐ

### ■ アルゴリズム設計

#### ★ 目的関数と適合度計算

複数の適正配置を求める場合

徒歩圏400mによる  
適正配置間の移動  
のしやすさ

	目的関数	重みづけ	適合度計算（適合度：立ち寄る観光スポットの数）
適正配置からの距離による評価②（第四段階）	<p>評価対象と適正配置との距離 <math>d_{kb} [m]</math></p> <p><math>d_{kb} =   \text{評価対象の位置}   -   \text{適正配置の位置}  </math></p>	<p>適正配置から徒歩圏にある個体は適合度が上がる</p> <p><math>d_{kb} \leq 400</math> : 適合度が上がる</p>	<p><math>d_{kb} \leq 400</math> : 適合度 <math>fitness = +1</math></p> <p>適正配置を1つ置くごとに計算を付加</p>

## 2-10. 観光経路探索方法の概要

### ■ 観光経路探索方法

川井(2011)の観光ルートモデル構築手法の一部を参考

➤ 周遊性を確認する指標

#### GIS利用のメリット

- 多様な情報を詳細な空間スケールで反映
- 経路の重みづけや経路選択・移動手段の場合分け  
→ 精度を向上させる

#### 単一ルート

一地点から他一地点  
への移動

- ・コスト選択・計算(距離や道幅)
- ・位置・観光スポット影響・移動手段・移動順序の確認・場合分け



#### 合成ルート

複数の単一ルートの  
組み合わせ

単一ルートの選択と場  
合分けの組み合わせ

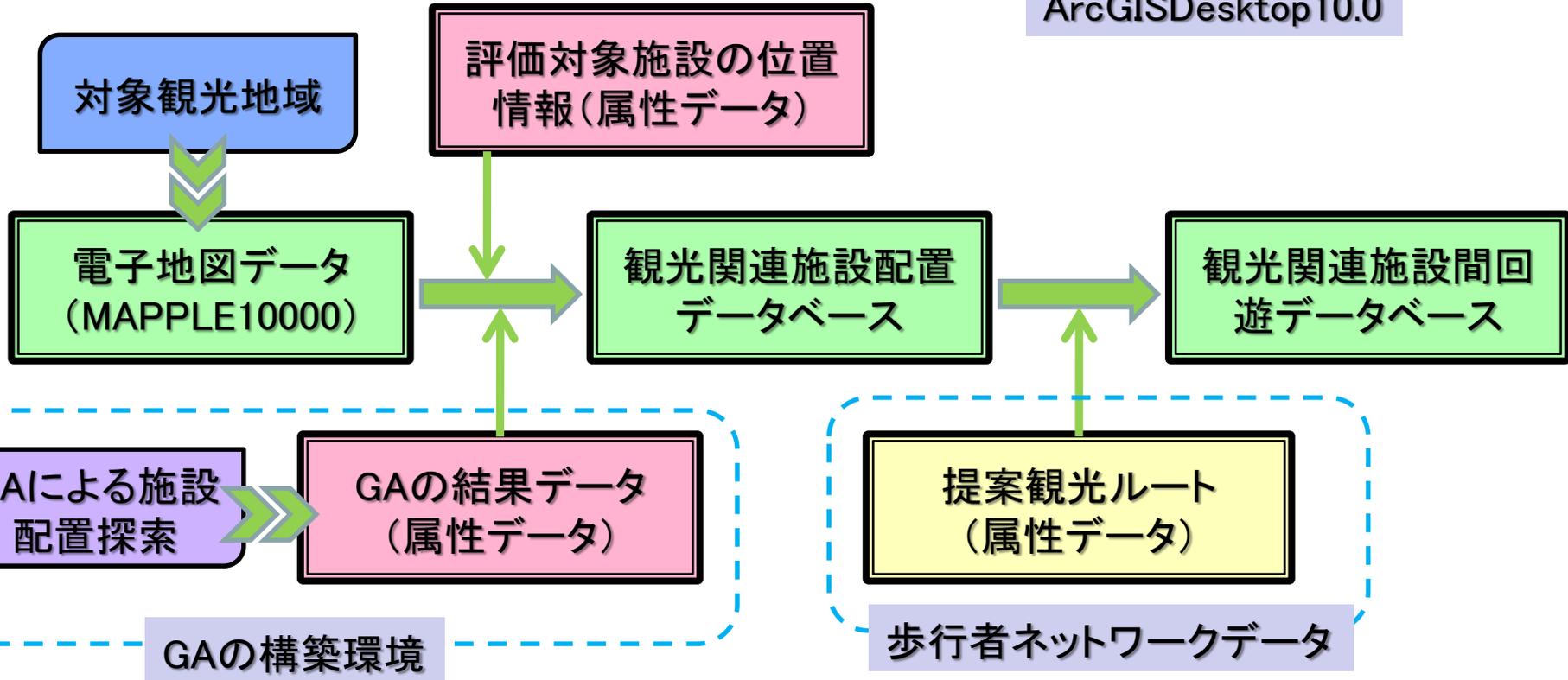


#### 観光ルートモデル

観光スポットの影響な  
どによる合成ルートの  
利用度合いの付加

### 3-1. 評価対象地域におけるデータベースの構築(1/2)

ArcGISDesktop10.0



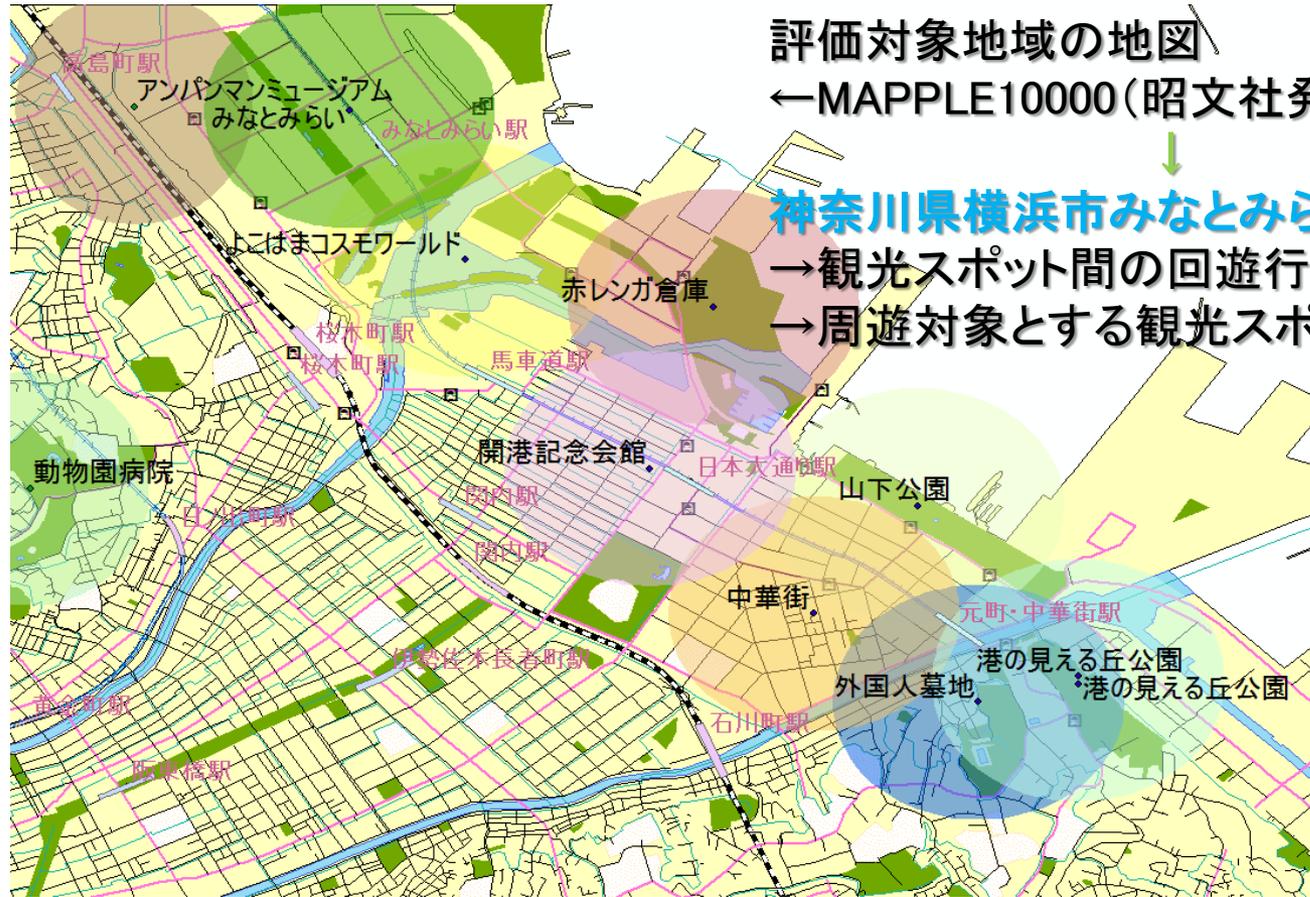
#### ■ 観光回遊行動データベース構築過程

データベース化の目的  
現在の施設配置とGAの分析結果を定量的及び視覚的に評価

対象

評価対象(バス停(主に周遊バス)・コンビニ・観光案内所など)を含めた公共施設や交通機関、観光スポット、GAの適正配置

## 3-2. 評価対象地域におけるデータベースの構築(2/2)



評価対象地域の地図

←MAPPLE10000(昭文社発行)

神奈川県横浜市みなとみらい地区周辺

→観光スポット間の回遊行動に課題

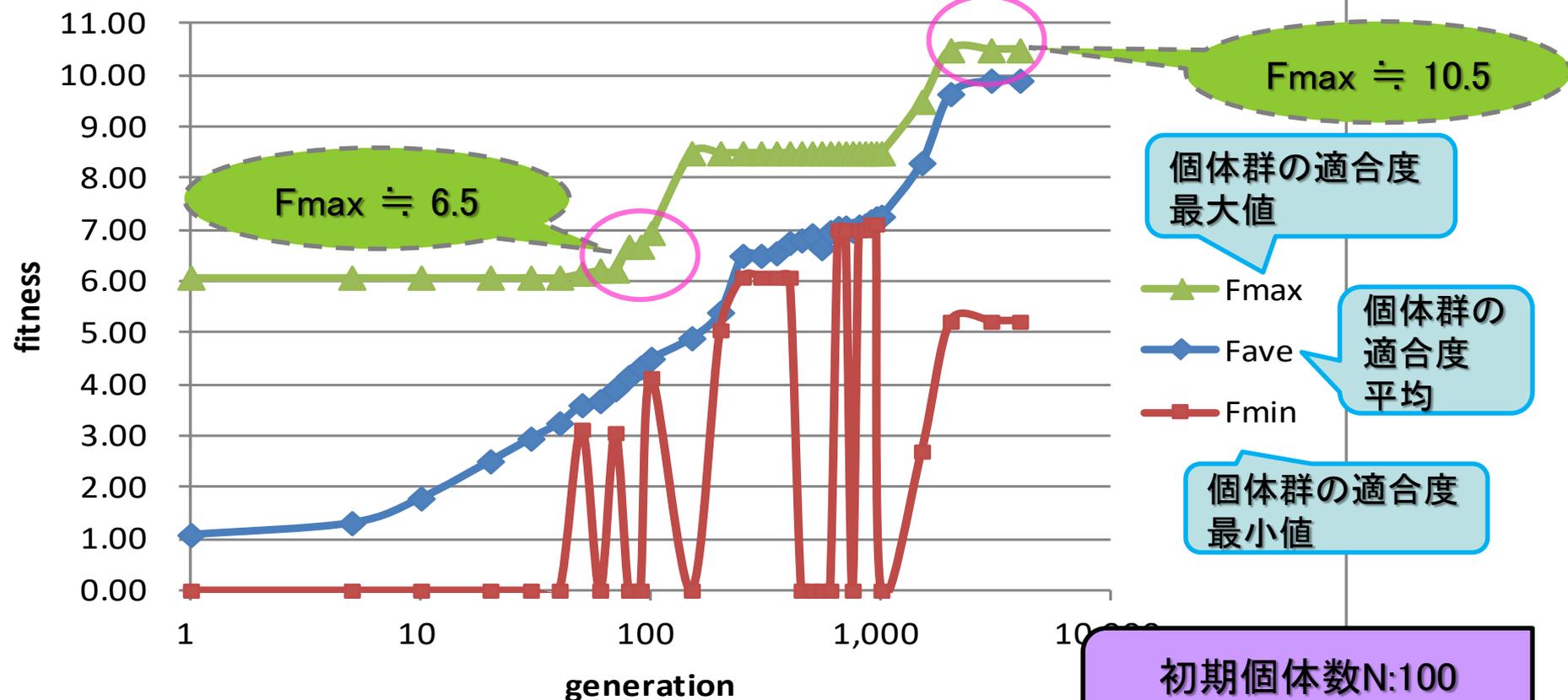
→周遊対象とする観光スポット数:10

## 4-1. GAによる施設配置の定量的な評価

### ■ 評価対象を複数配置することを考えた場合のGAの定量的な評価

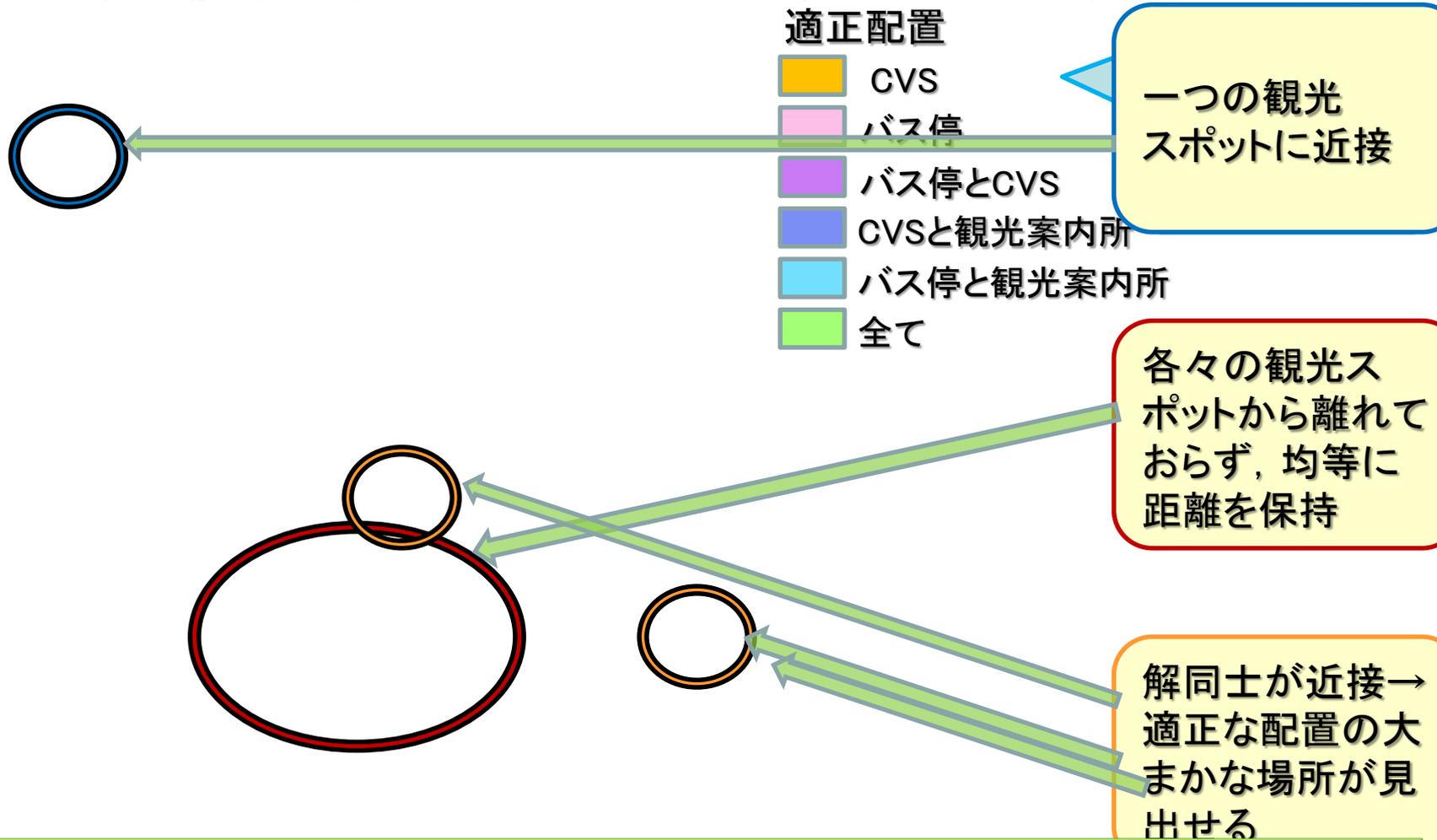
GAを実装し、世代ごとの適合度を提示

1,000世代を超えた後でより良い適合度の個体がほぼ探索できている  
→個体群の大部分が適合度最大



施設配置探索GAの世代ごとの適合度値の一例(進化過程)

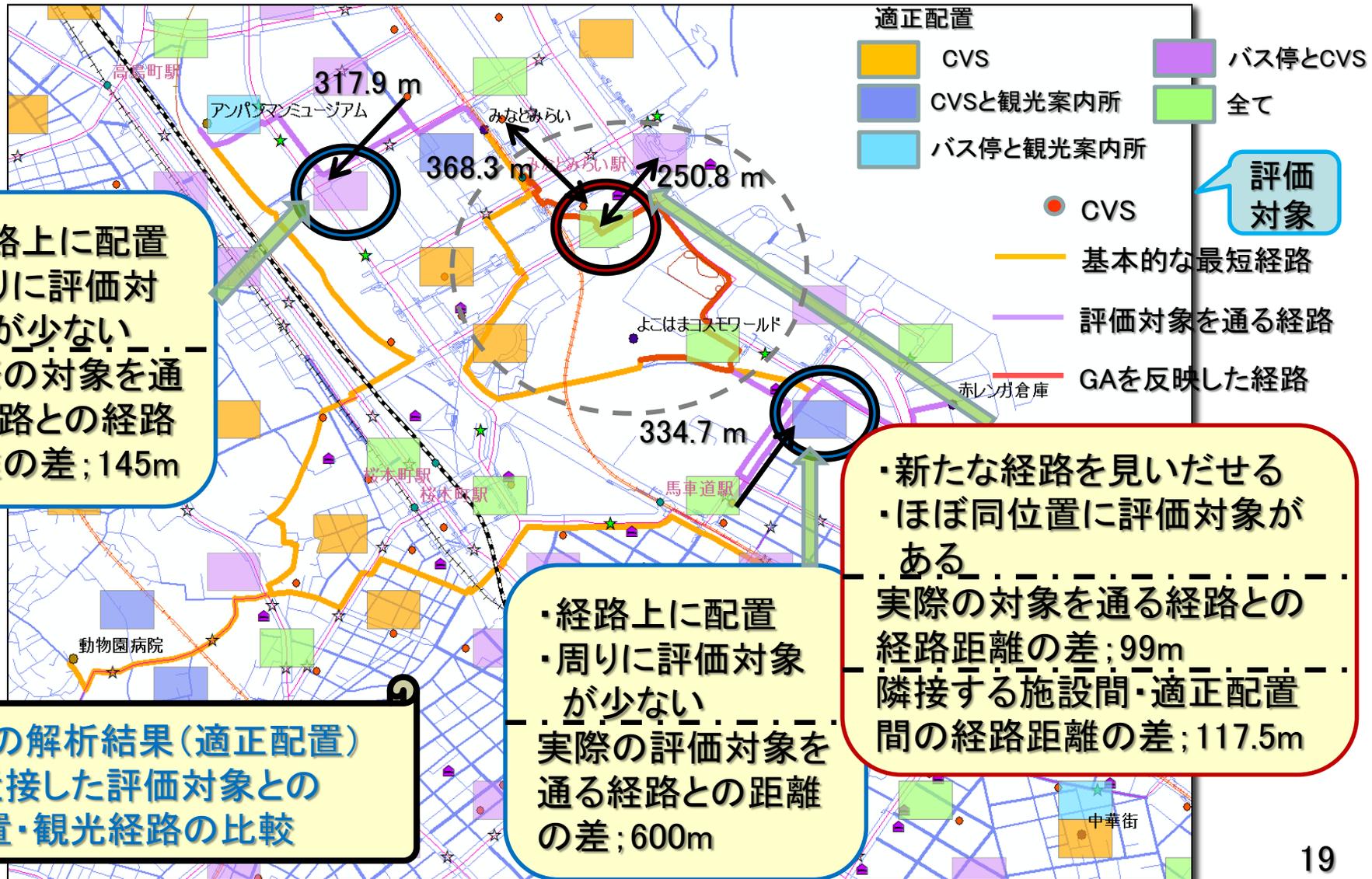
### ■ 評価対象を複数配置することを考えた場合のGAの視覚的な評価



- 評価対象地域に分散的かつ平均的に配置
- 同じ種類の評価対象or同じ組み合わせで異なる種類の評価対象を置く適正配置は分散

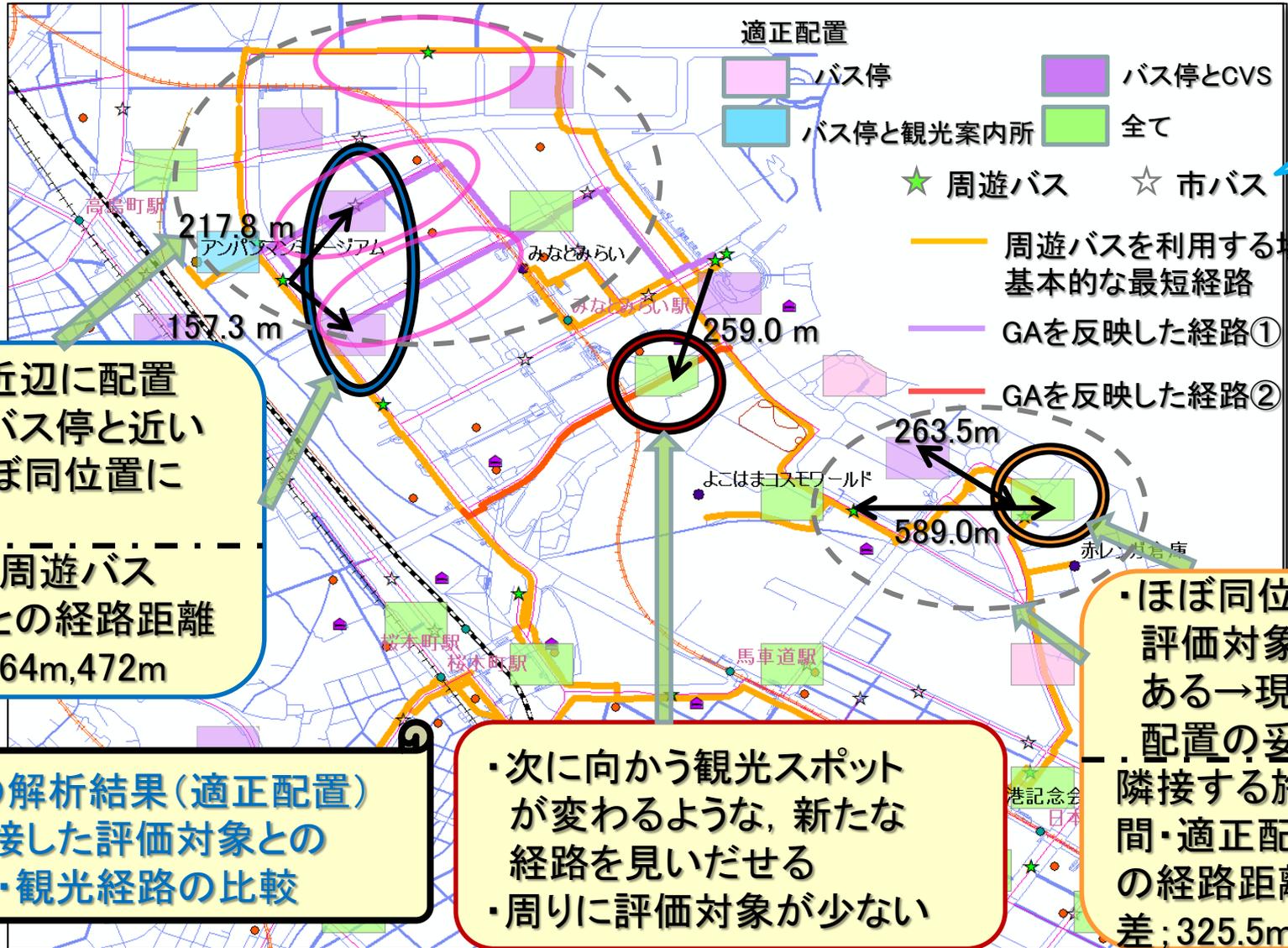
# 5-1. 現在の配置との比較と観光ルートに伴う適正配置の評価(1/2)

## ■ 徒歩のみの場合の観光ルートに伴う適正配置の評価



# 5-2. 現在の配置との比較と観光ルートに伴う適正配置の評価(2/2)

## ■ バスを利用する場合の観光ルートに伴う適正配置の評価



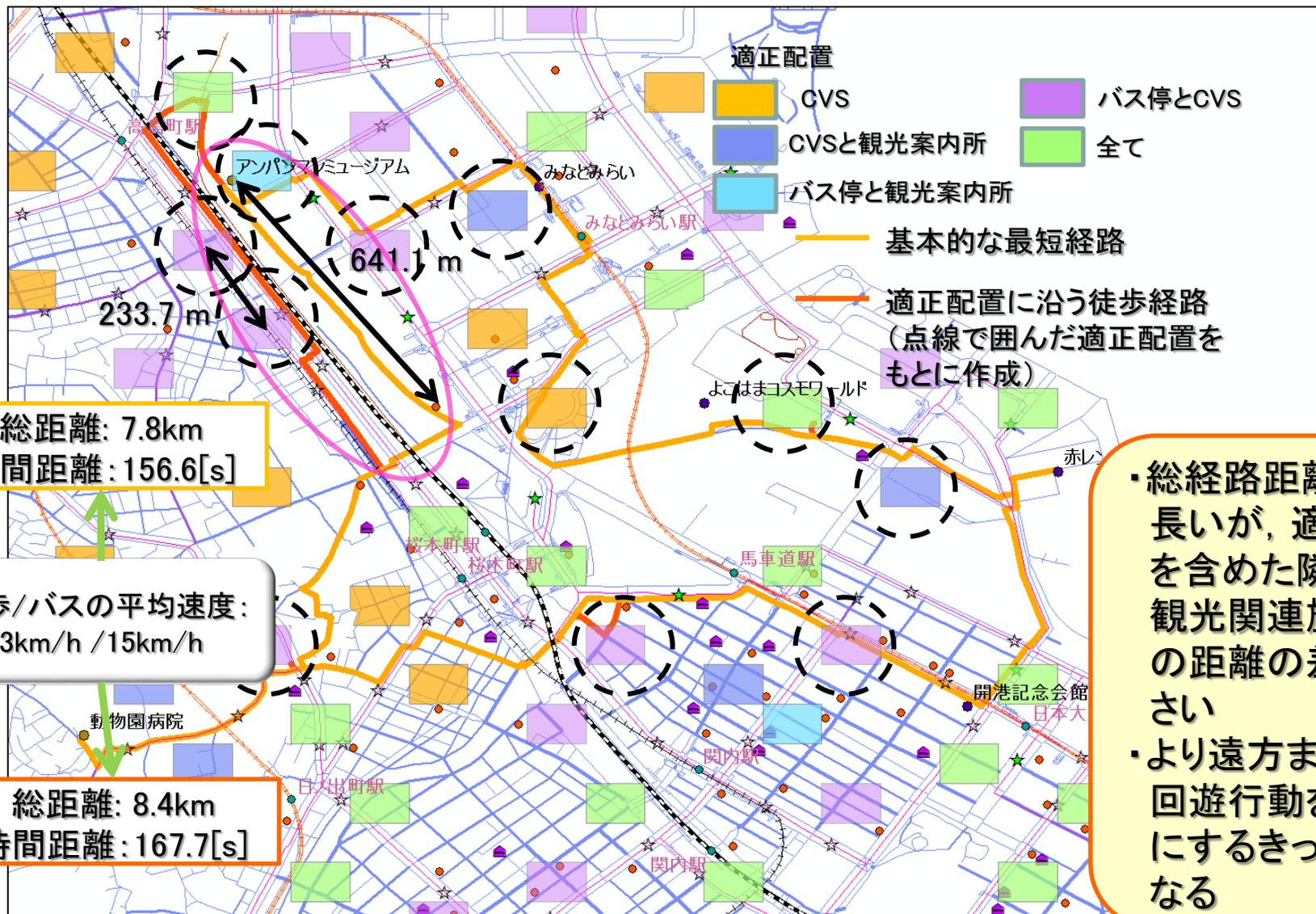
・経路近辺に配置  
・周遊バス停と近い  
かほぼ同位置にある  
-----  
実際の周遊バス  
ルートとの経路距離  
の差; 464m, 472m

GAの解析結果(適正配置)  
と近接した評価対象との  
位置・観光経路の比較

・次に向かう観光スポット  
が変わるような, 新たな  
経路を見いだせる  
・周りに評価対象が少ない

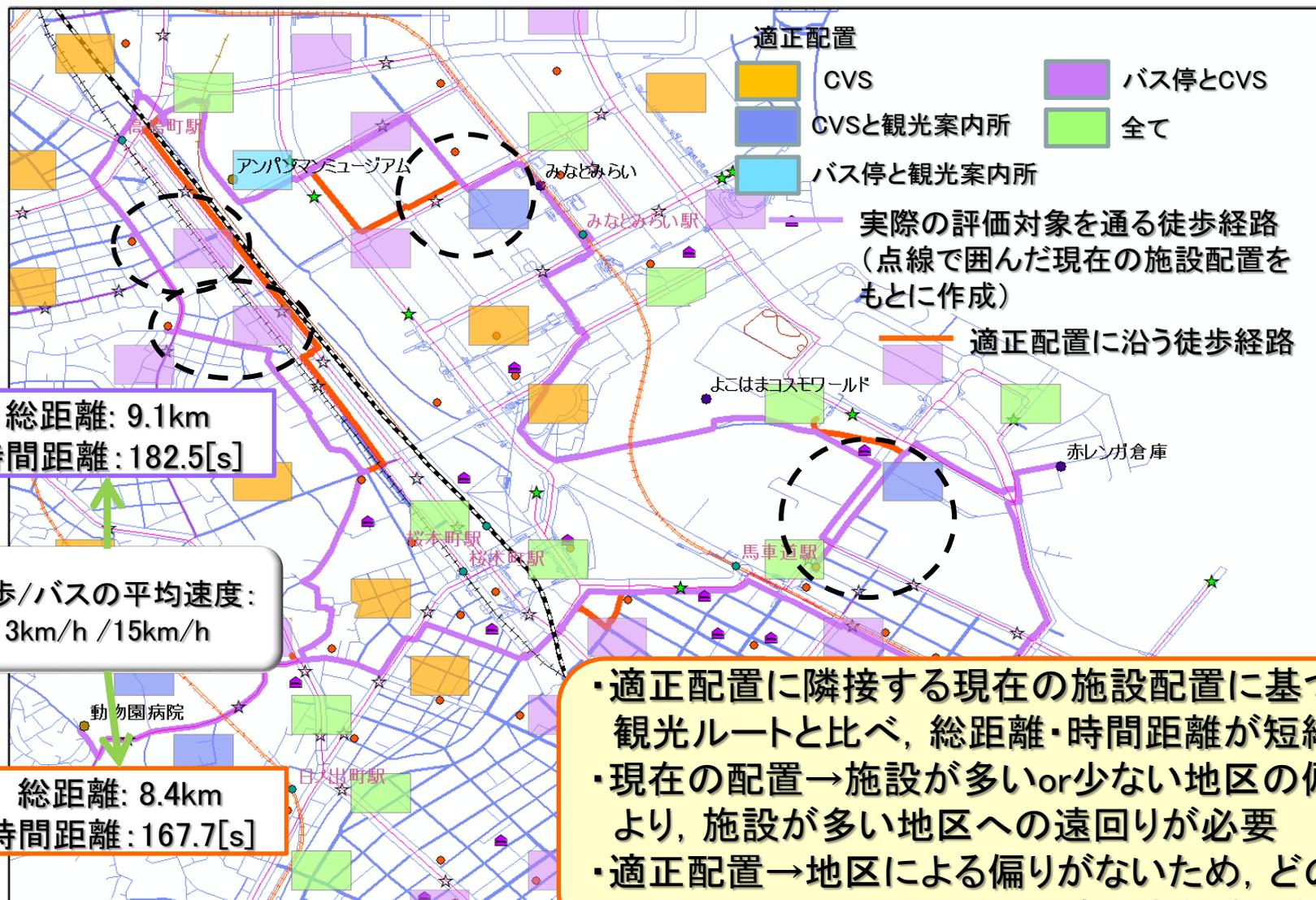
・ほぼ同位置に  
評価対象がある→現在の  
配置の妥当性  
-----  
隣接する施設  
間・適正配置間  
の経路距離の  
差; 325.5m

## ■ 徒歩のみの場合の適正配置に基づく観光ルートのご一例

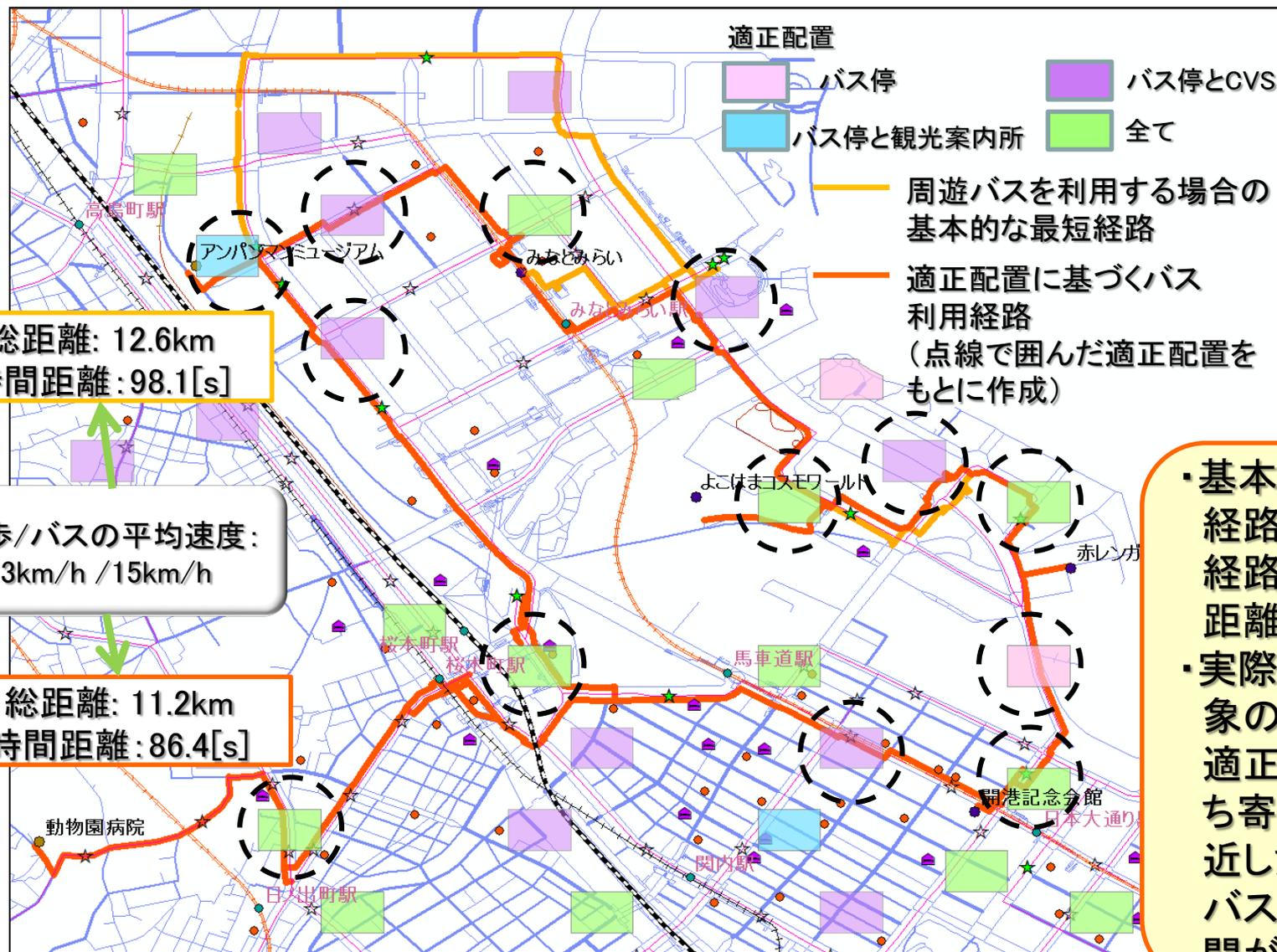


## 5-4. 適正配置に基づく観光ルートのご提案(2/3)

### ■ 徒歩のみの場合の適正配置に基づく観光ルートのご一例



## ■ バスを利用する場合の適正配置に基づく観光ルートのご一例



・基本的な最短経路と比べ、総経路距離・時間距離が短縮  
 ・実際の評価対象の位置よりも適正配置が立ち寄り場所に接近したことで、バスの移動時間が増加

### まとめ

都市型観光地での公共交通機関・施設の空間的な問題  
に対し、改善策(施設配置の評価方法)を提案

- 観光地の施設配置評価のためのGAの設計・構築・実装  
⇔対象地域の状況を考慮した関数の設定や評価手法

### 独自性

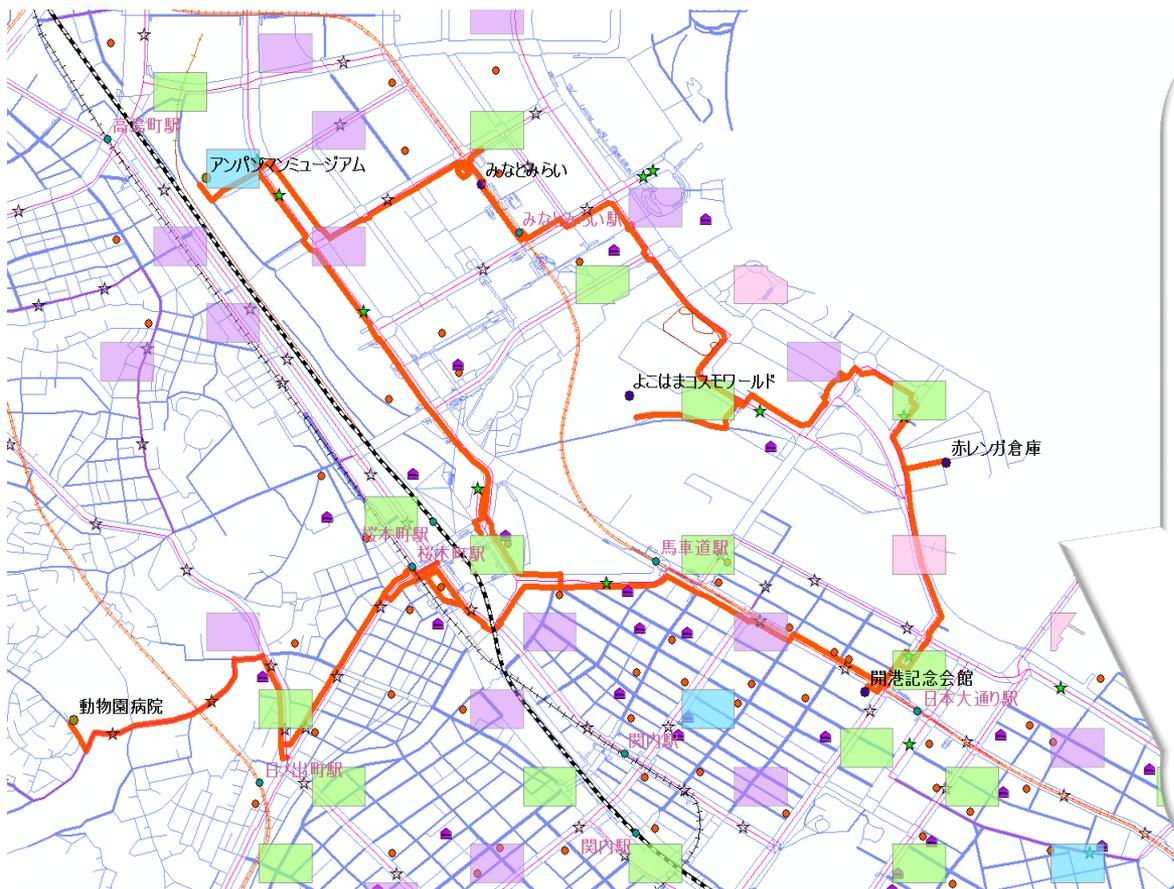
配置論を扱う方法としてのGAを、観光回遊行動の効率向上のための施設配置の評価に用いる

### 有効性

- ・GA; 多くの情報を処理できることから、より**広範囲での空間分析**を行うことと、評価対象地域の**状況を正確に反映**した評価を行うことが可能
- ・GIS; 詳細な**地理情報を的確に反映**することで、より現実的な適正配置を導出できる

### 評価方法の有効性の検証

- 観光関連施設配置の探索のためのGAの実装→GAの分析結果の適合度評価
- GIS上でのGAで導出した適正配置解の立地の視覚的な評価



☆評価対象を複数配置することを考えたGAから得る適正配置観光スポット、解同士の位置関係や、観光経路との検討→効率的な回遊行動を想定できる比較的良い解を提示

☆適正配置に基づく観光ルートモデルの提案  
遠方までの**広範囲の移動を想定**でき、**時間距離を短縮**した観光回遊行動が可能になる場合がある  
→回遊行動の効率の向上