

# トンネル下床面に設置した地中熱交換器による 地中熱ヒートポンプシステムの開発

小田急電鉄株式会社

複々線建設部 下北沢工事事務所

副所長 宮田 浩平

## 1. 小田急線の連続立体交差事業および複々線化事業

(1) 事業の概要

(2) 下北沢地区における整備の概要

(3) 工事進捗状況

## 2. 開発に至る経緯

(1) 環境負荷における課題

(2) 課題解決の方向性

## 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

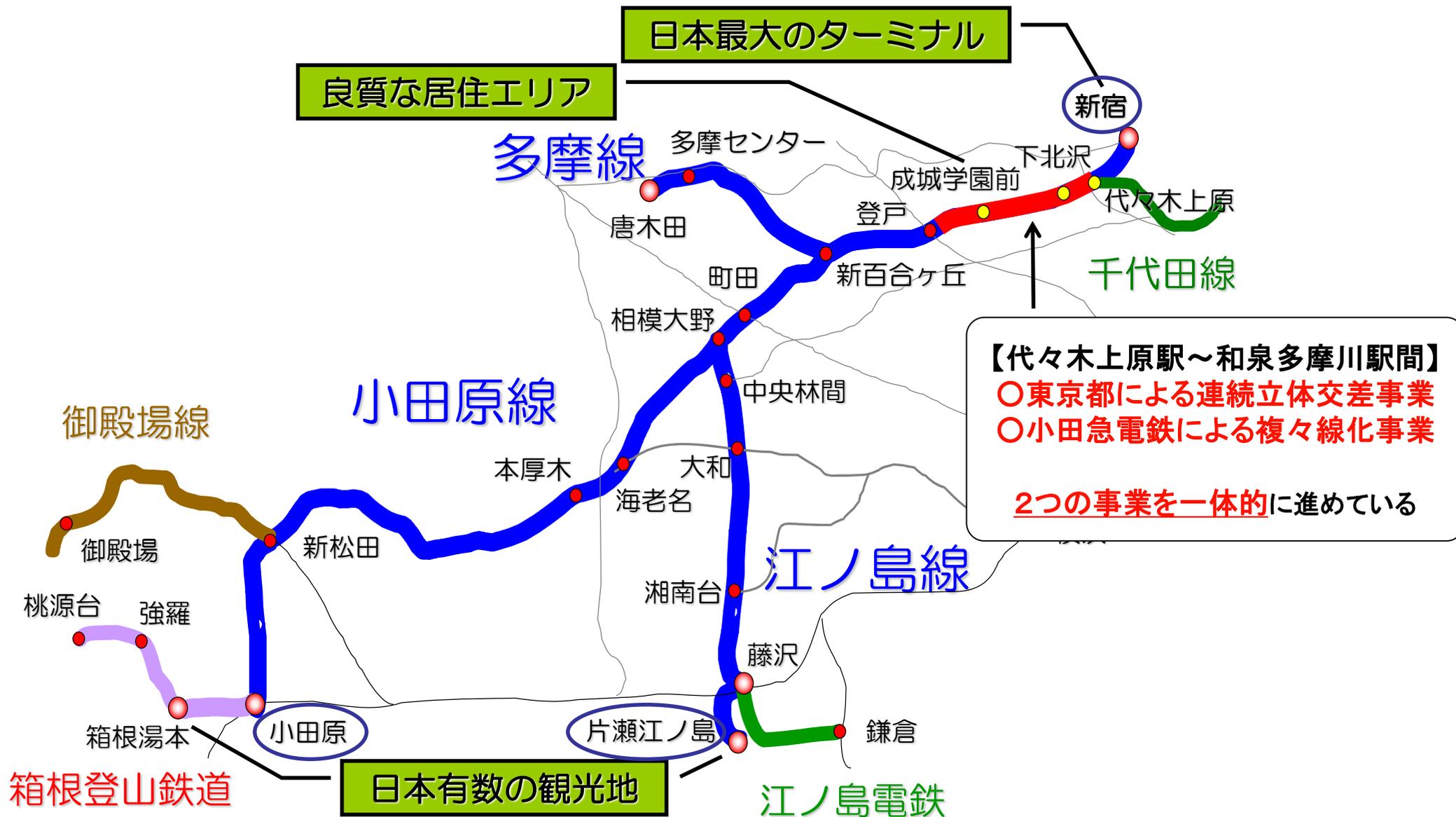
- (1) 地中熱ヒートポンプシステムの概要
- (2) 導入における留意点
- (3) 整備内容

## 4. 地中熱ヒートポンプシステム運用状況

- (1) 運用状況
- (2) 地中熱復元性確認
- (3) 環境負荷削減効果

## まとめ

## (1) 事業の概要



## (1) 事業の概要

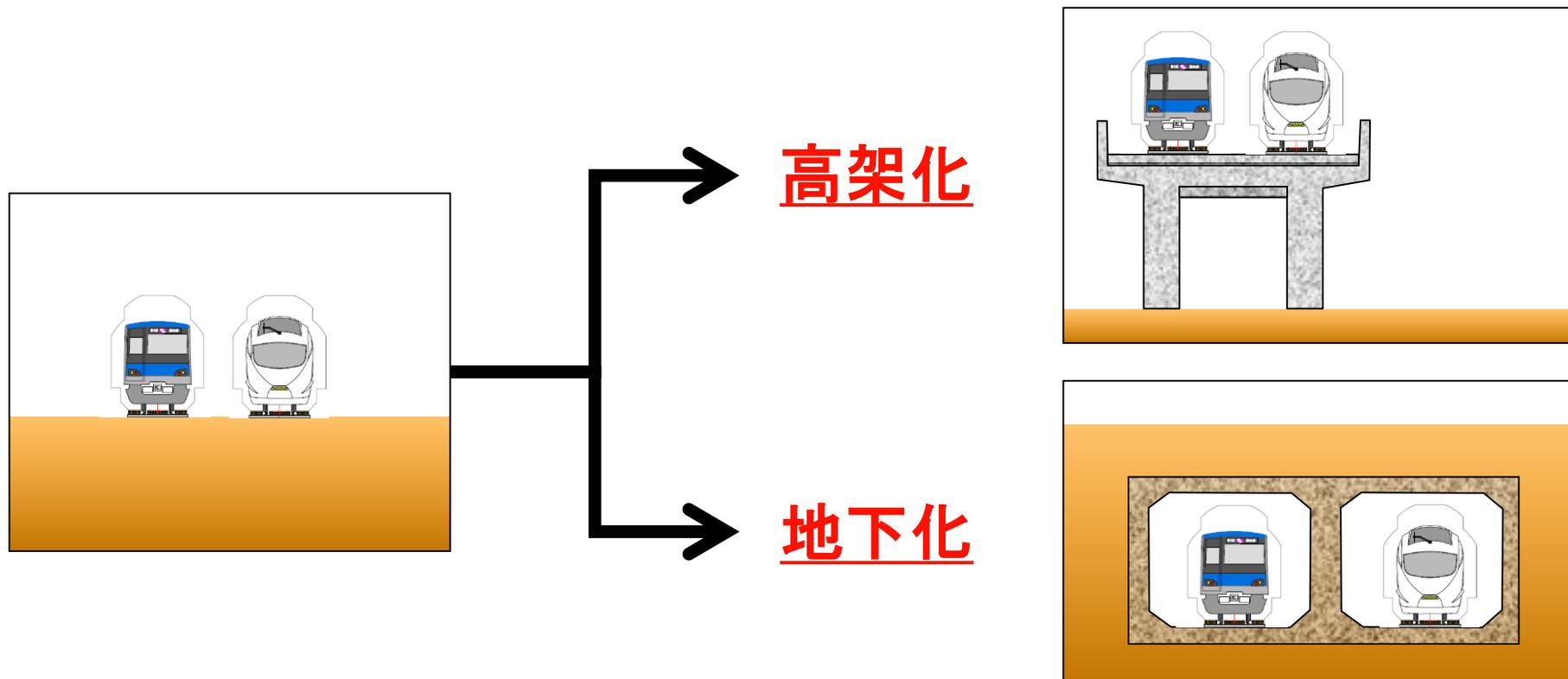


小田急線 複々線化区間路線図

## (1) 事業の概要

### 連続立体交差事業とは

- 地方自治体が事業主体となり、道路整備の一環として施行する都市計画事業
- 鉄道を高架化もしくは地下化することにより、道路と鉄道を立体交差化し、踏切を一挙に除却する

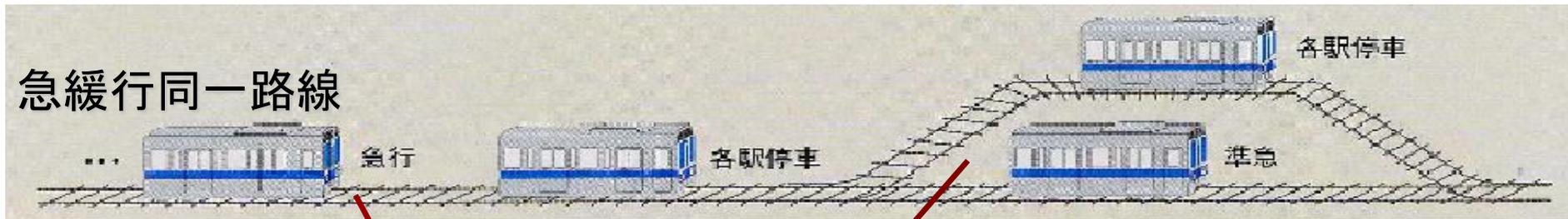


## (1) 事業の概要

### 複々線化事業とは

- 線路を2本から4本に増設することで線路容量を増やし、抜本的な輸送サービス改善を図る
- ラッシュピーク時の列車の増発を可能とする

現在  
(複線)



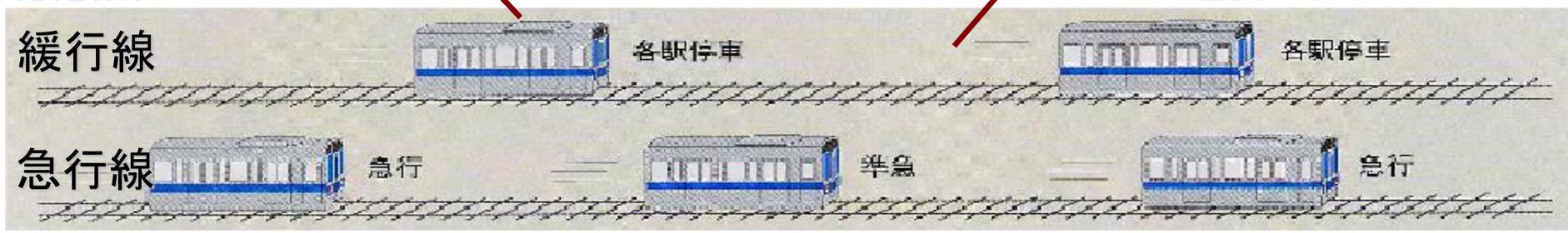
29本/hが限界  
のろのろ運転

急行・準急等の  
待合せ

列車増発による  
混雑緩和

線路別による運転で  
速度アップ

完成時  
(複々線)



## (1) 事業の概要

### 高架化による完成区間 事例

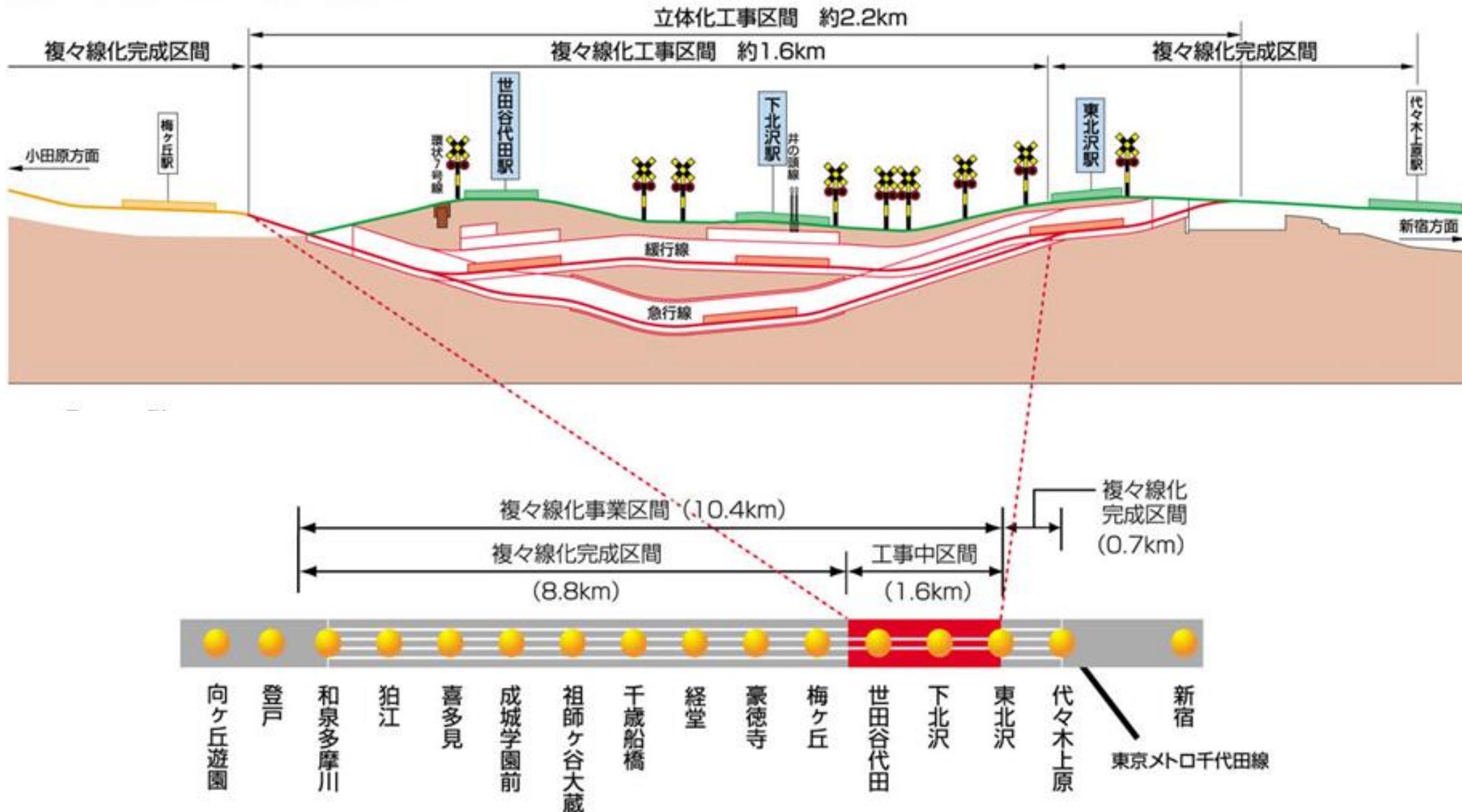


事業着手前



事業完成後

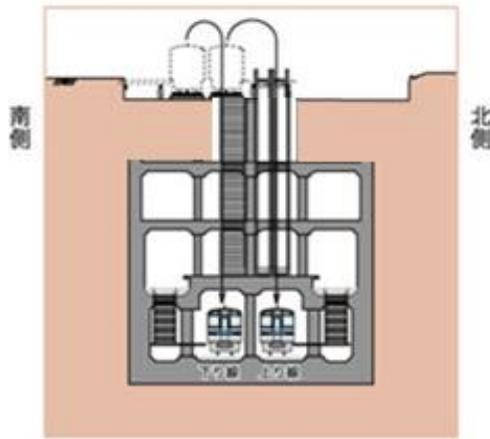
## (2) 下北沢地区における整備の概要



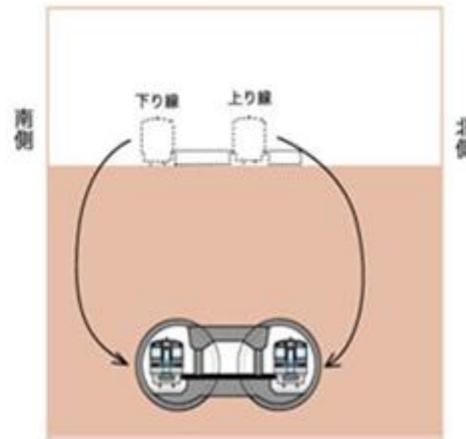
## (2) 下北沢地区における整備の概要

### 一期施工

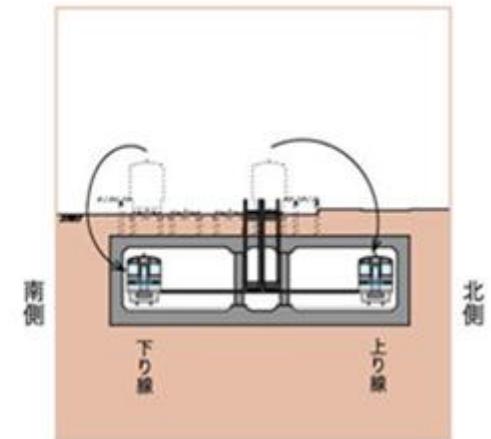
世田谷代田駅付近



下北沢駅付近

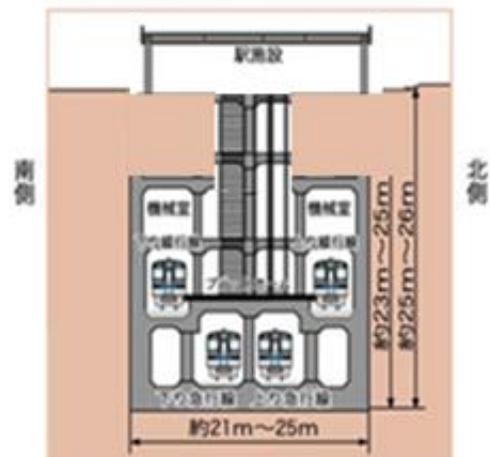


東北沢駅付近

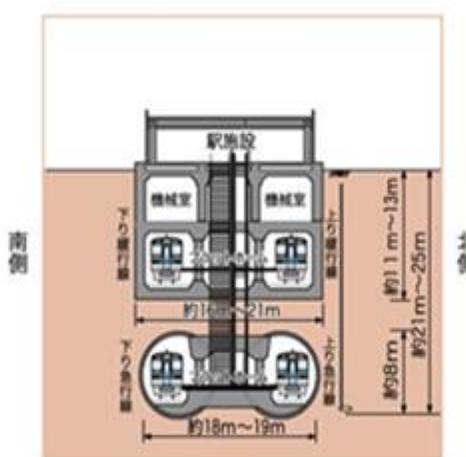


### 二期施工

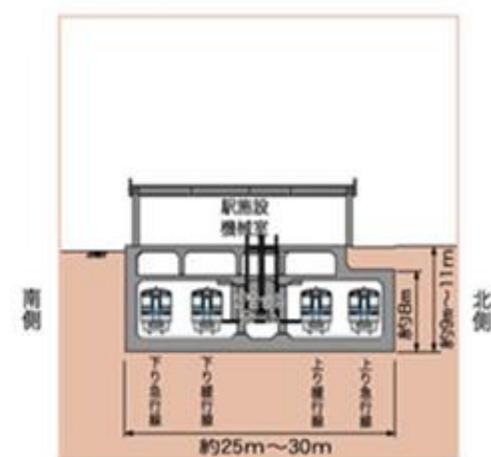
世田谷代田駅付近



下北沢駅付近



東北沢駅付近



## (3) 工事進捗状況

### 世田谷代田駅部



2007年  
(工事着手から約3年後)



2014年12月の状況

## 世田谷代田駅（完成イメージ）



整備を予定している環境負荷低減策

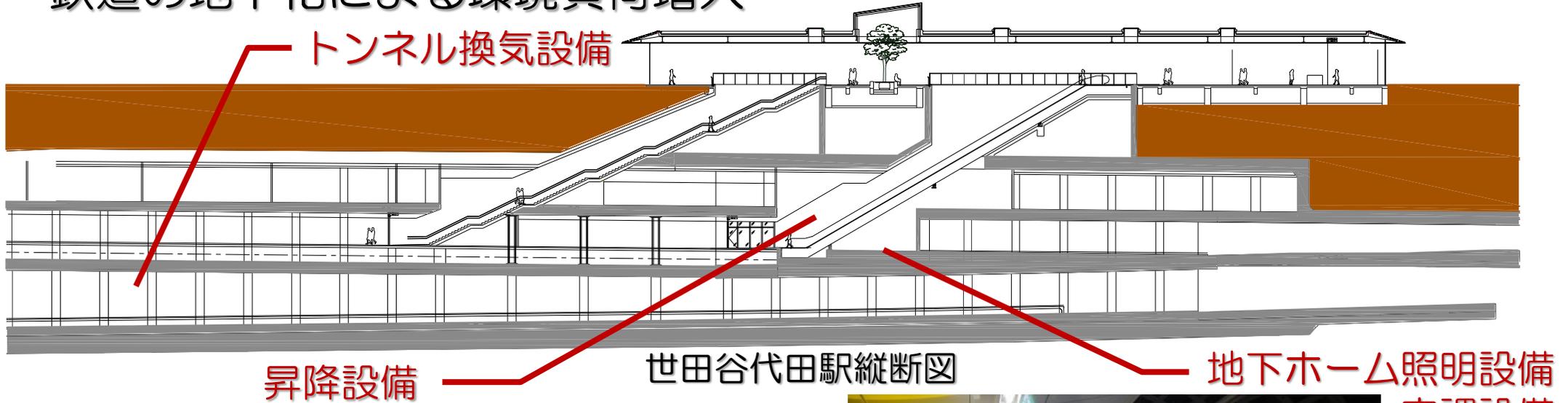
- 太陽光発電
- 自然換気
- 自然採光（光ダクト含む）
- 停止待機型ESC
- 回生バッテリー搭載型EV



## 2. 開発に至る経緯

### (1) 環境負荷における課題

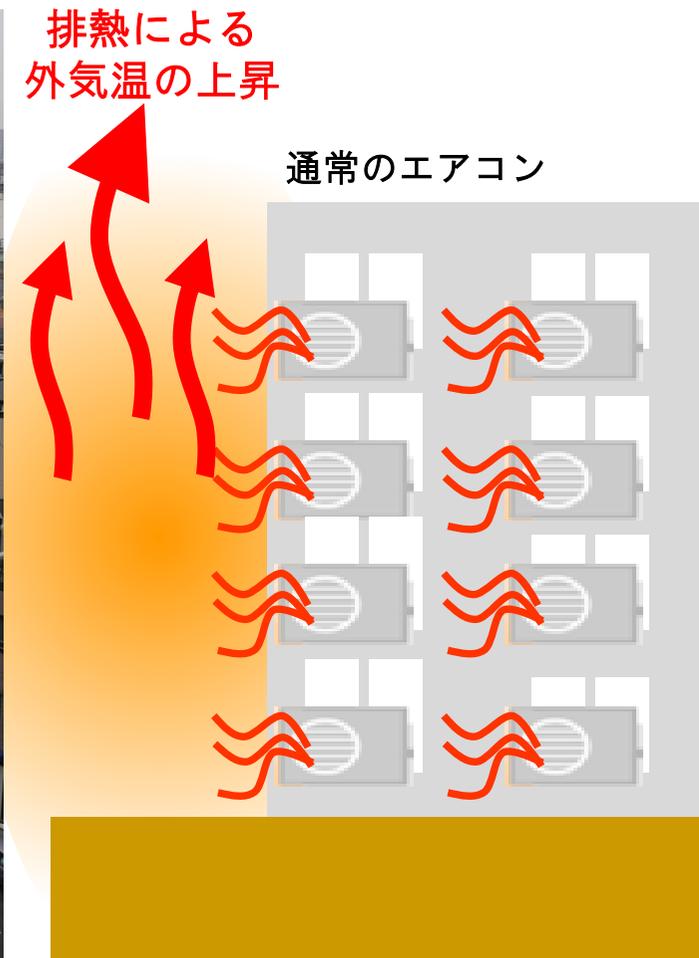
鉄道の地下化による環境負荷増大



## 2. 開発に至る経緯

### (1) 環境負荷における課題

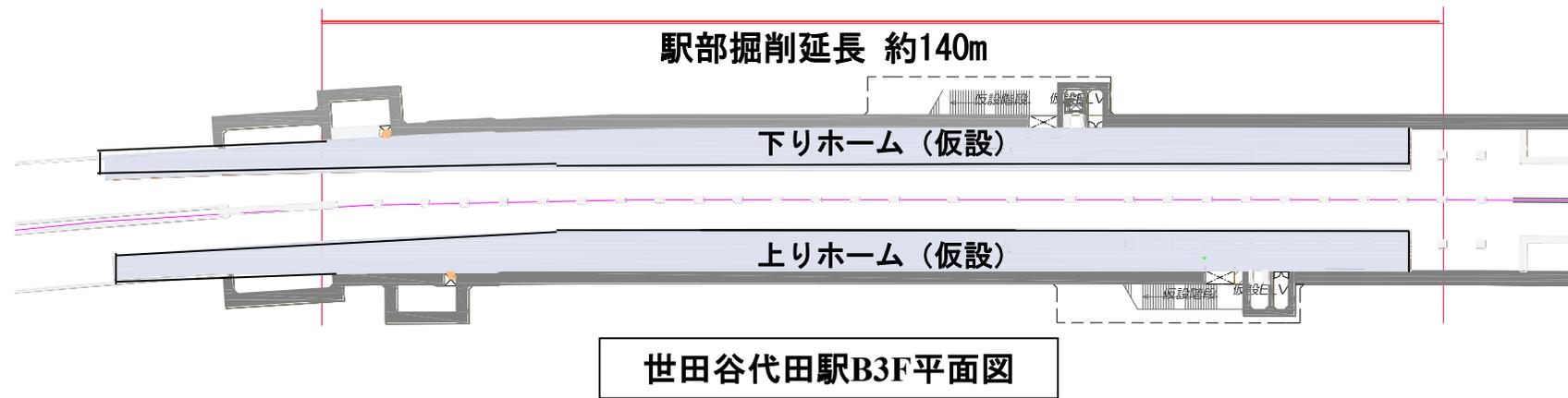
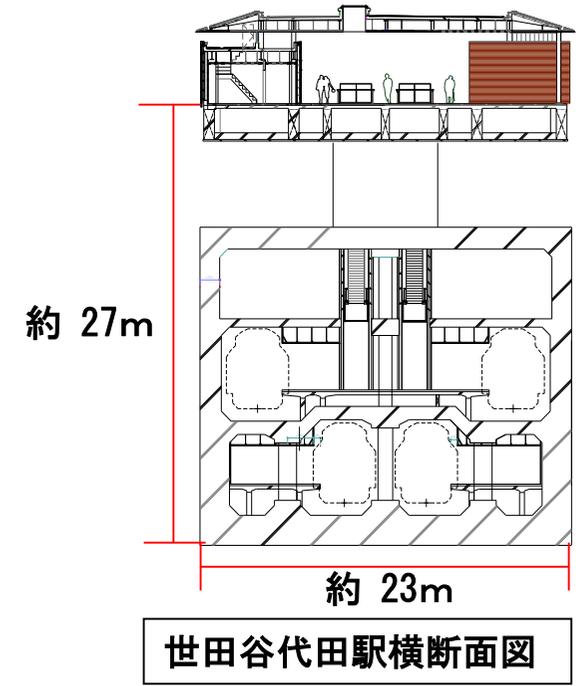
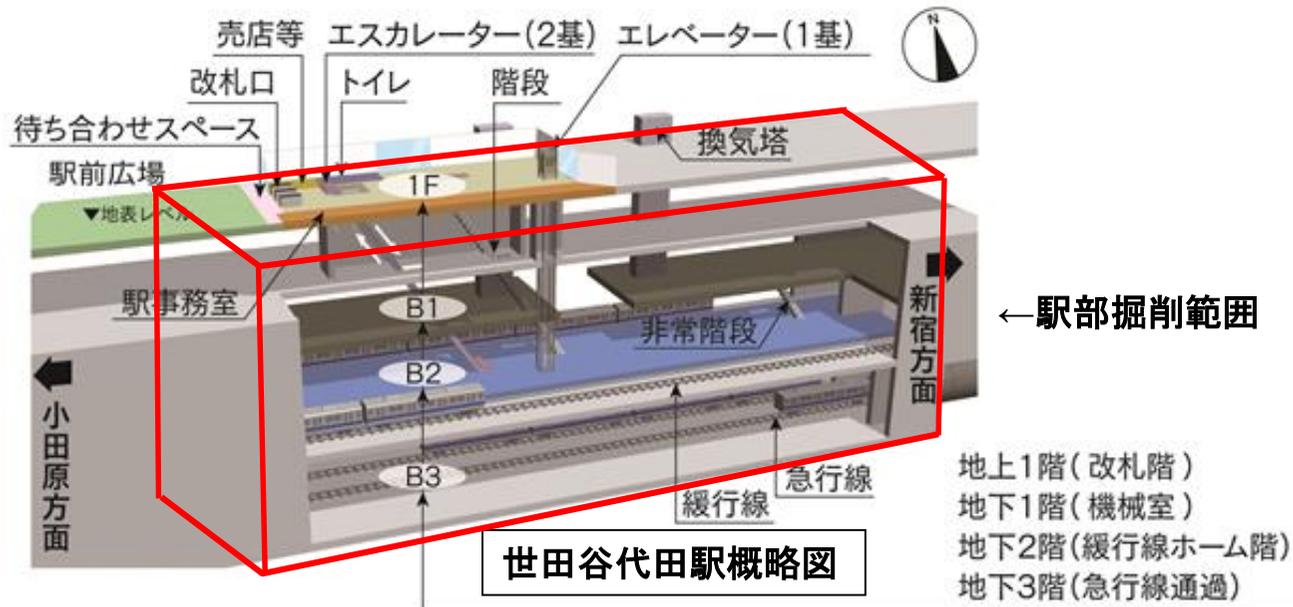
住宅密集地における駅舎の空調室外機による騒音・ヒートアイランド現象等、周辺への影響



## 2. 開発に至る経緯

### (2) 課題解決の方向性

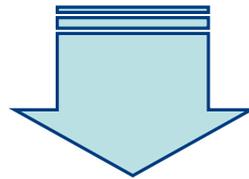
《 鉄道の地下化に伴う大規模な掘削工事 》



### (2) 課題解決の方向性

#### 《 地中熱の特徴 》

- ◎ 地中の温度は、一年間を通じて、その土地の年平均気温とほぼ同じ
- ◎ 夏は外気温度よりも低く、冬は外気温度よりも高い  
再生可能エネルギー

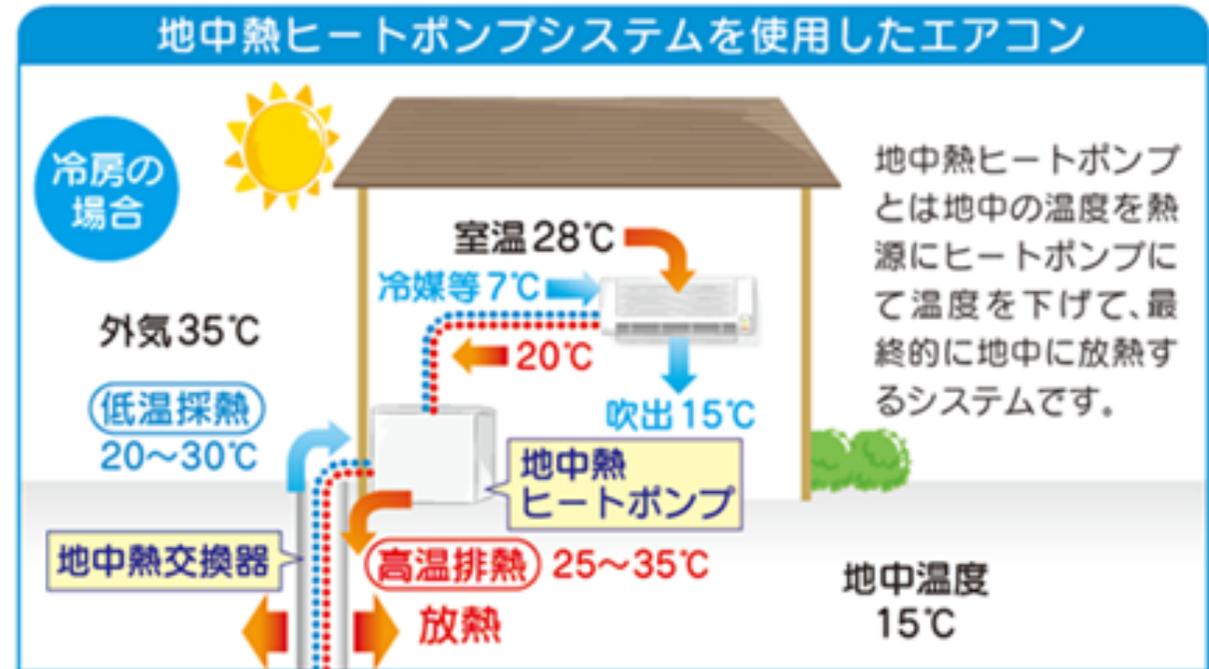
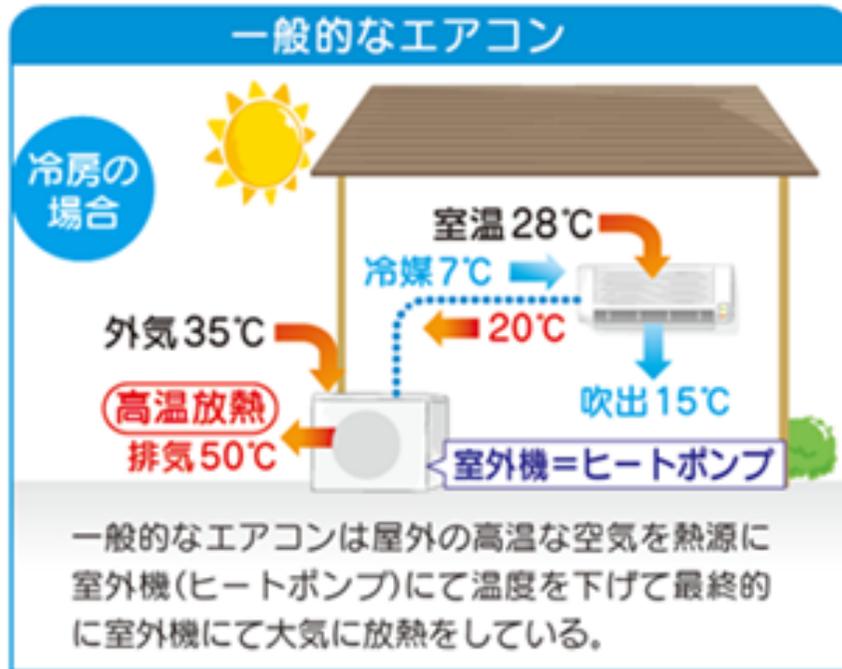


地中熱を利用した環境負荷低減施策

地下化によって新たに必要となる空調設備に地中熱を利用する  
地中熱ヒートポンプシステムの導入

### 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

#### (1) 地中熱ヒートポンプシステムの概要



採用事例



地域冷暖房



農作物栽培



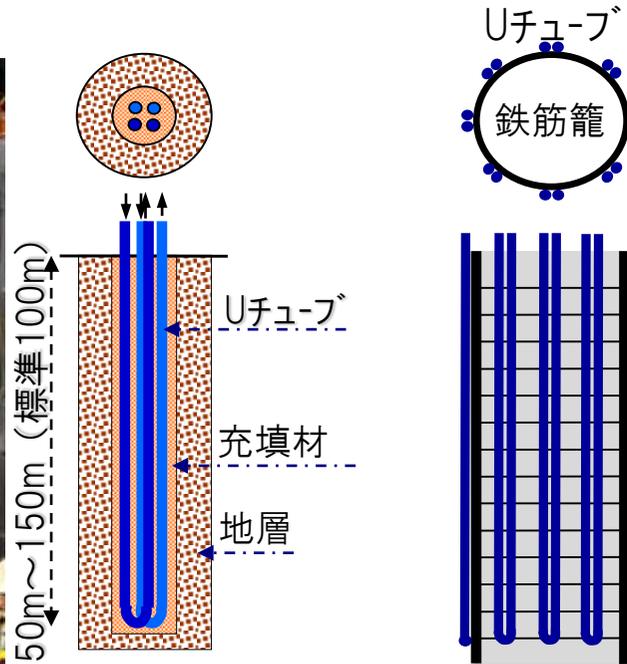
融雪

# 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

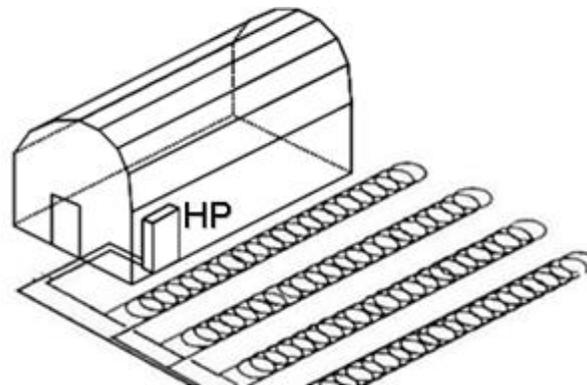
## (1) 地中熱ヒートポンプシステムの概要 主な熱交換器の埋設方法



ボアホール方式



基礎杭方式

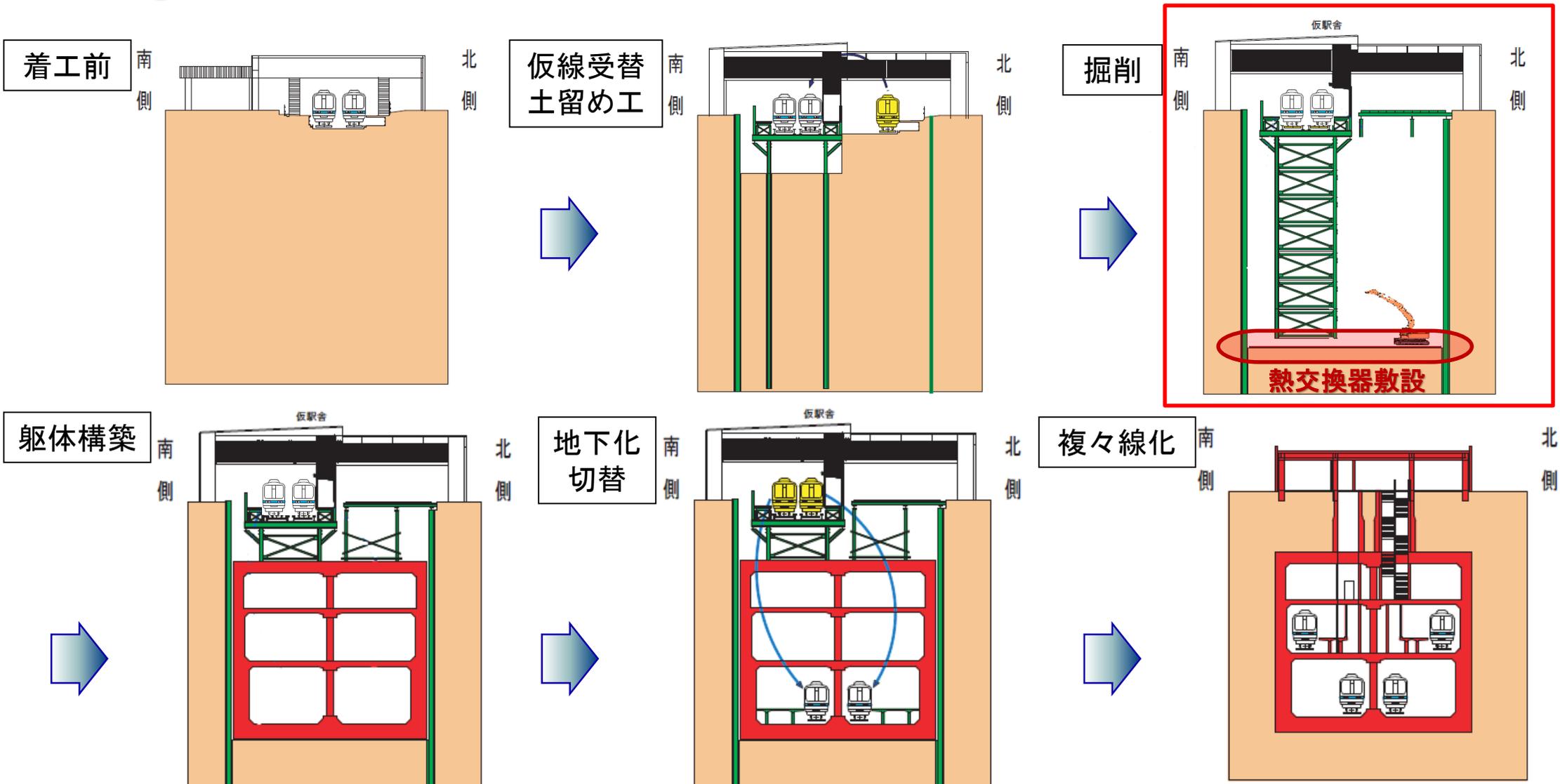


水平埋設方式

# 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

## (2) 導入における留意点 (熱交換器埋設方法の検討)

### ① 熱交換器埋設による鉄道の地下化工事工程への影響

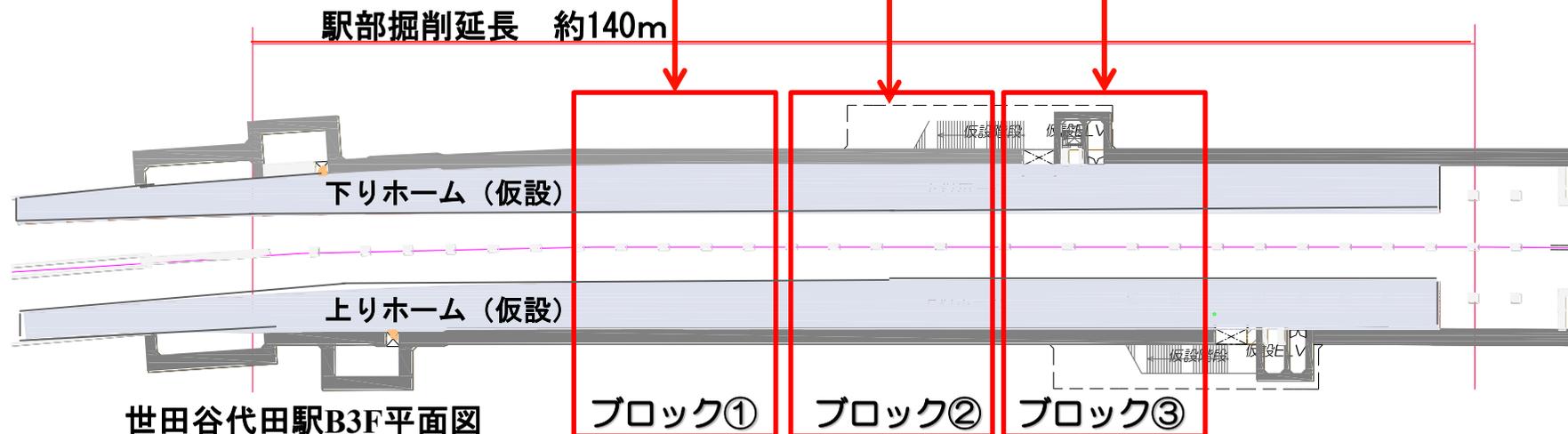


### 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

## (2) 導入における留意点（熱交換器埋設方法の検討）

熱交換器埋設工事工程イメージ

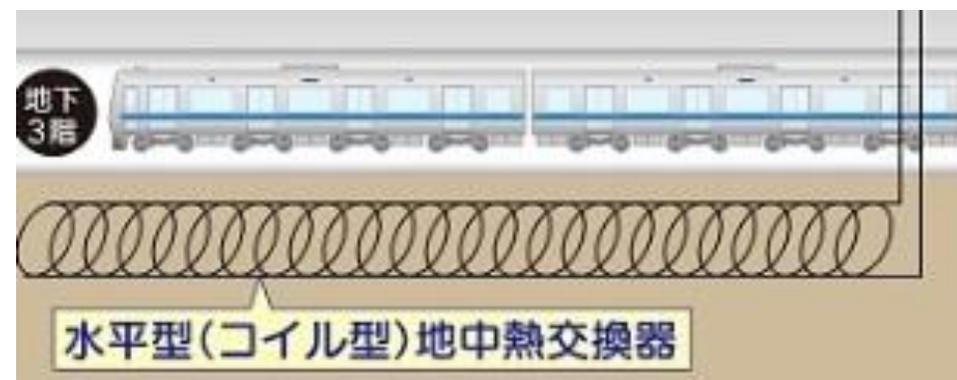
ブロック ①	掘削工事	熱交換器埋設	躯体構築工事
ブロック ②	掘削工事	熱交換器埋設	躯体構築工事
ブロック ③	掘削工事	熱交換器埋設	躯体構築工事



### 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

## (2) 導入における留意点 (熱交換器埋設方法の検討)

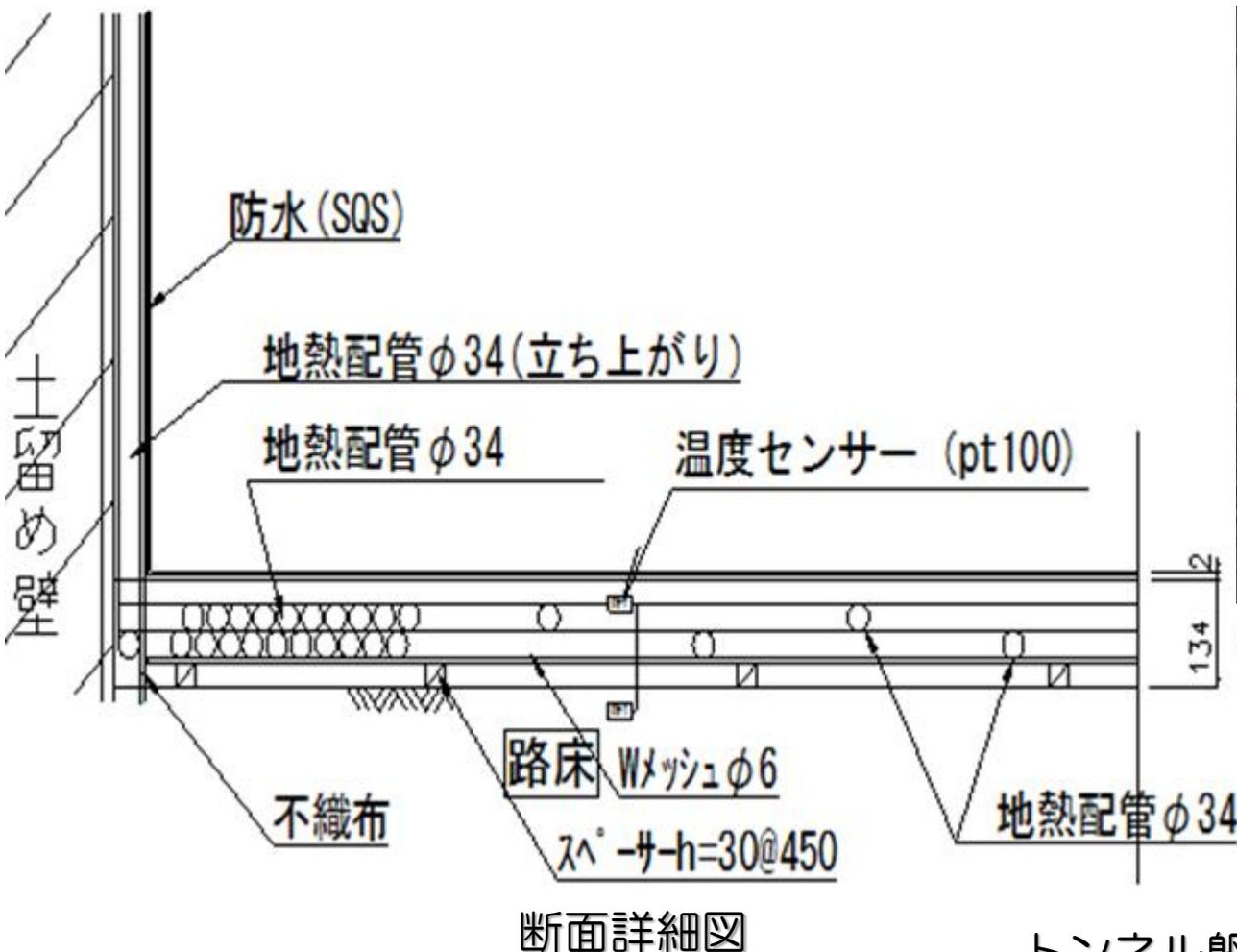
### ② 列車荷重等による熱交換器への影響



### 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

## (2) 導入における留意点 (熱交換器埋設方法の検討)

### ② 列車荷重等による熱交換器への影響



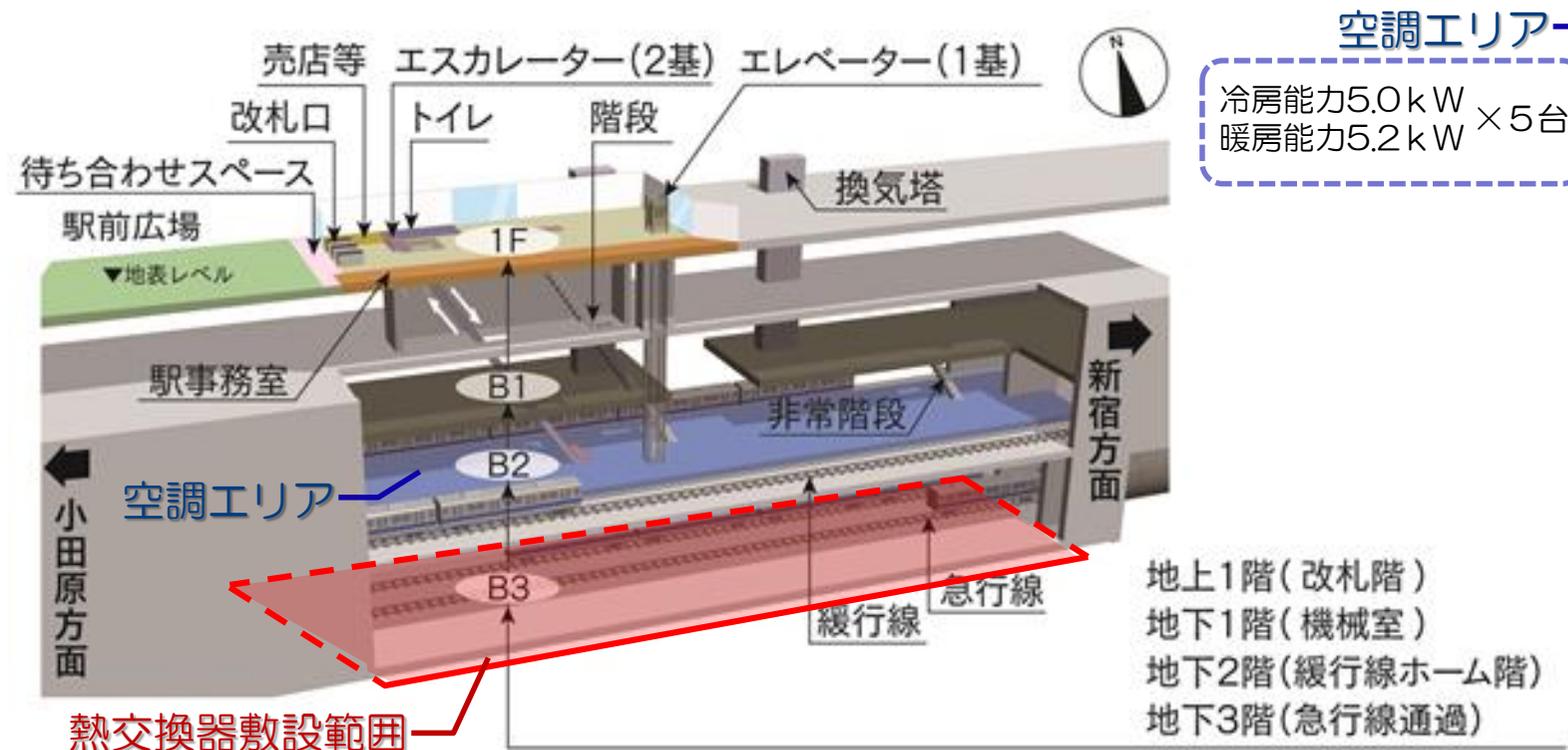
均しコン

均しコンクリート  
埋設状況

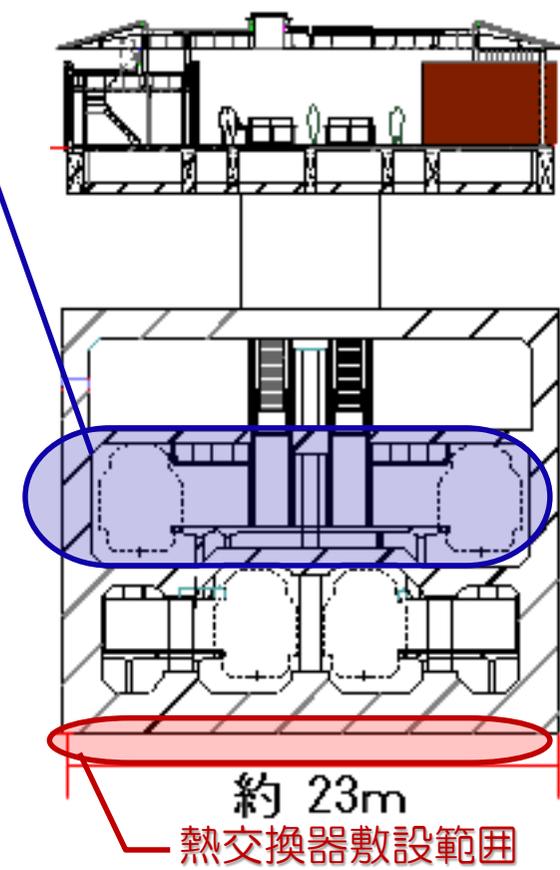
トンネル躯体下の均しコンクリートに埋め込むため  
熱交換器に列車荷重や躯体荷重が直接作用しない

# 3. 地中熱ヒートポンプシステム導入整備概要

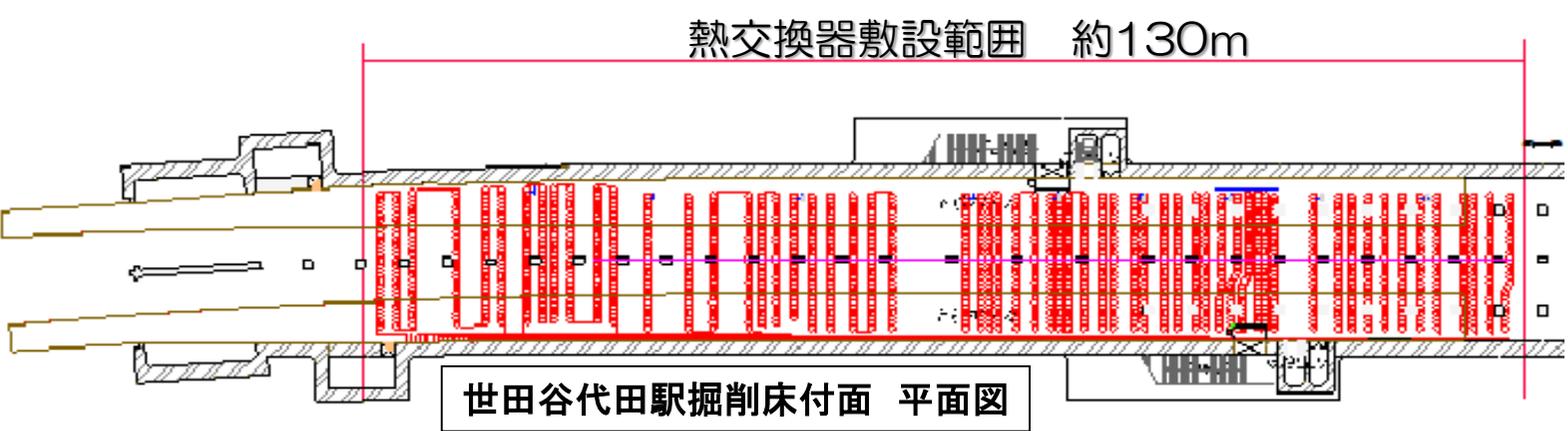
## (3) 整備内容



**空調エリア**  
 冷房能力5.0kW  
 暖房能力5.2kW × 5台

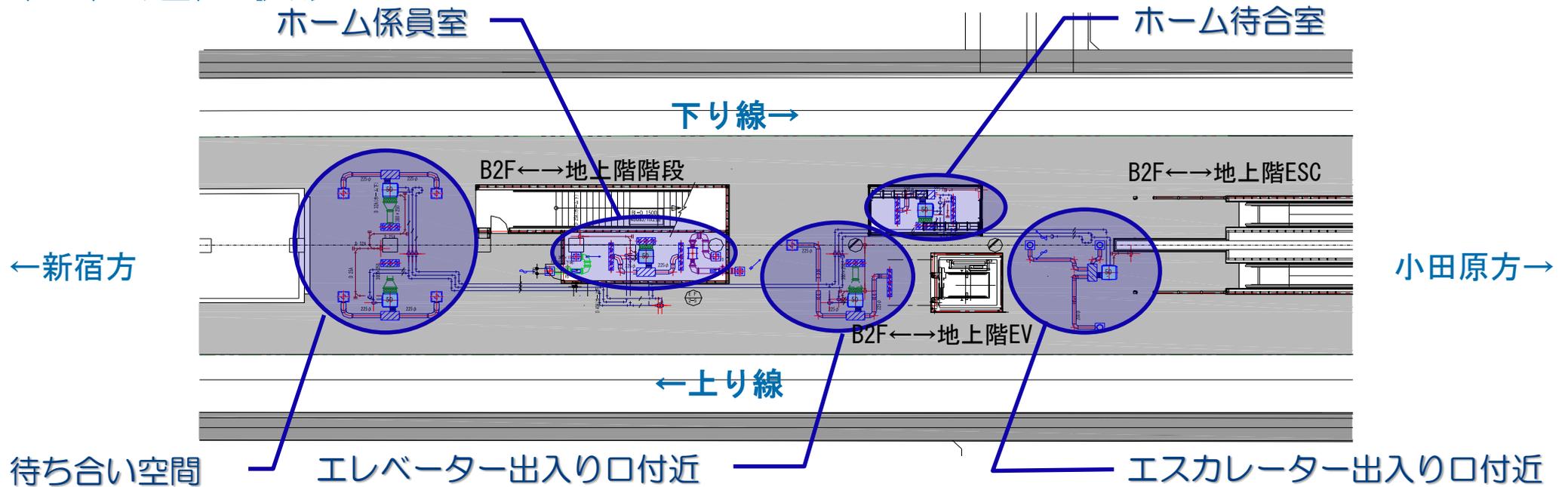


1ユニット500m × 10ユニット  
 = 熱交換器の総延長5000m



# 4. 地中熱ヒートポンプシステム運用状況

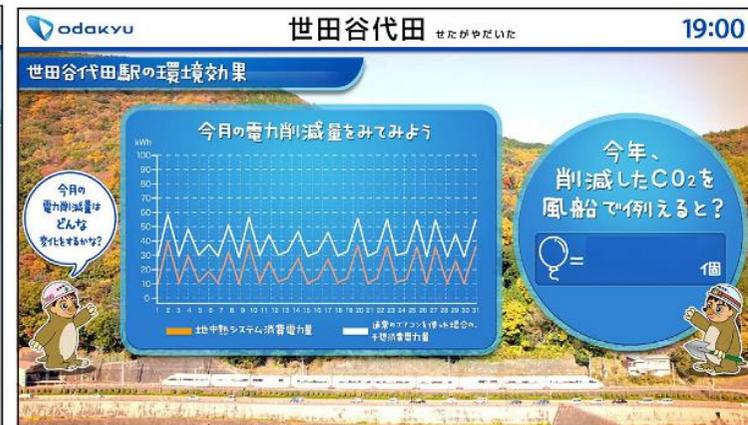
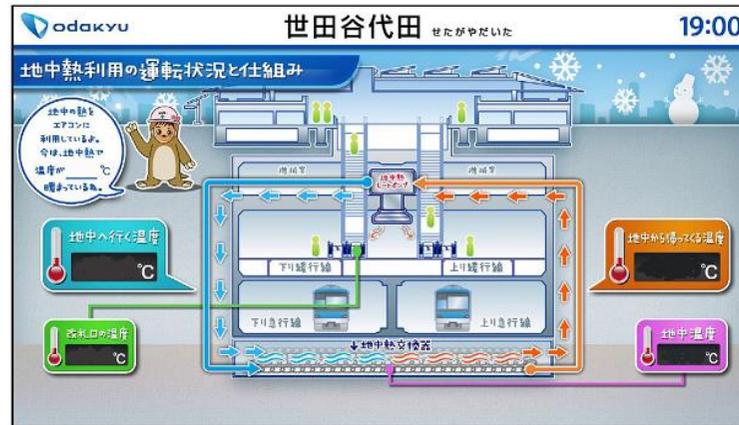
## (1) 運用状況



見える化モニター

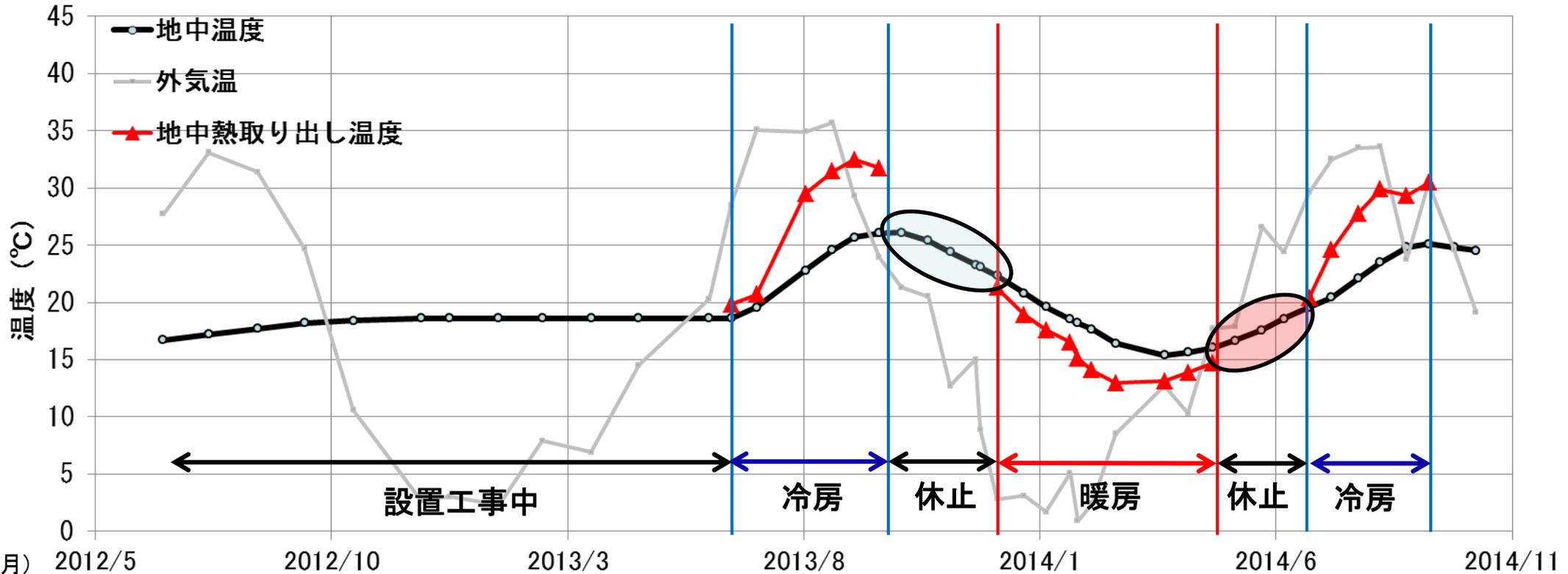


空調状況写真



# 4. 地中熱ヒートポンプシステム運用状況

## (2) 地中熱復元性確認



冷房時 熱交換による地中温度 **上昇**

暖房時 熱交換による地中温度 **低下**

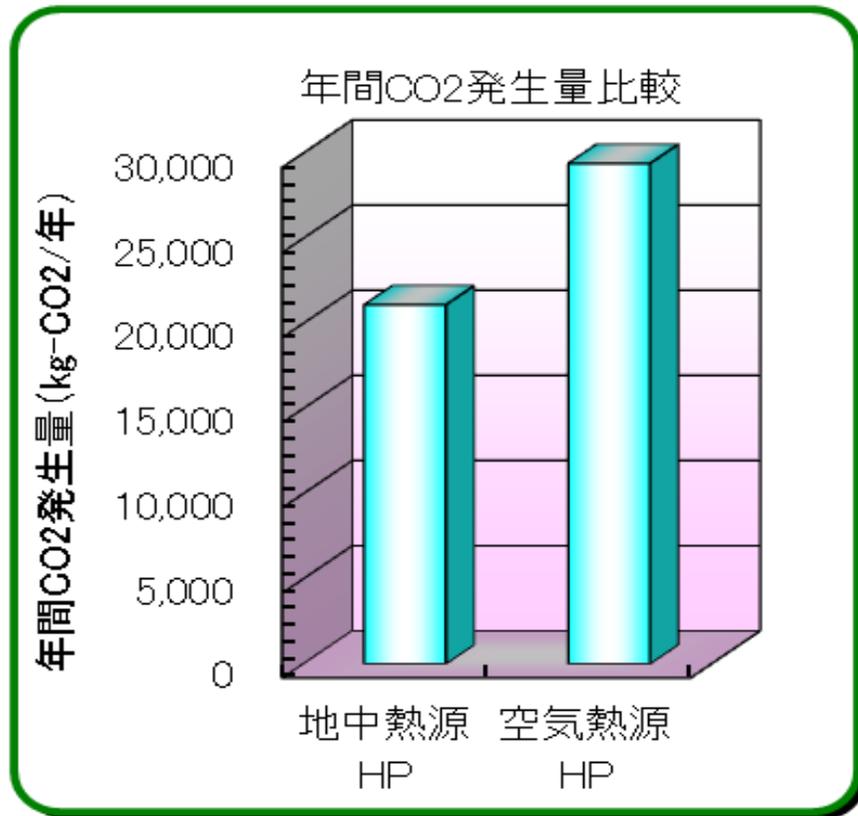
休止時 空調運用前の地中温度に復元



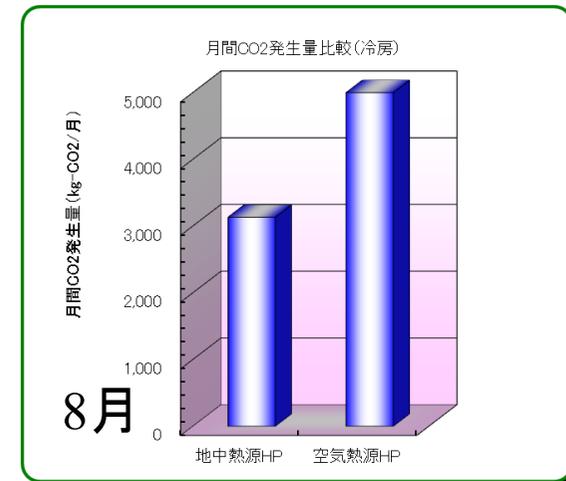
再生可能エネルギー

# 4. 地中熱ヒートポンプシステム運用状況

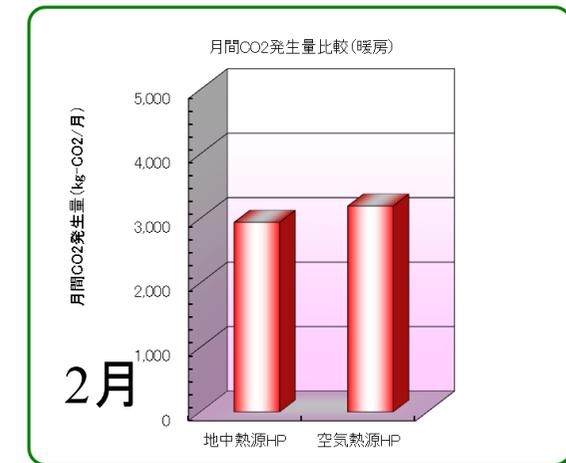
## (3) 環境負荷削減効果



空気熱源ヒートポンプとの比較 (想定)  
CO<sub>2</sub>発生削減量 8.3t-CO<sub>2</sub>/年  
約30%削減



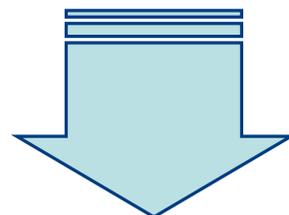
冷房ピーク時(8月)約40%CO<sub>2</sub>発生量を削減



暖房ピーク時(2月)約10%CO<sub>2</sub>発生量を削減

## 《 水平コイル型熱交換器敷設の特徴 》

- ◎ 地下工事に伴う掘削工事を利用できるため、熱交換器埋設にかかるコストを縮減できる
- ◎ 大規模な地下工事において、工事期間に影響を与えにくい
- ◎ 熱交換器敷設のための新たな用地を必要としない



地下工事（地下鉄道整備・地下街整備等）において  
地中熱ヒートポンプシステムの導入に寄与できる

地下における社会資本整備が増加している中  
低炭素社会への貢献が可能