

(1) 事業概要

①【事業概要】

再生可能エネルギーである「地中熱利用ヒートポンプシステム」を空調設備に有効活用することにより、節電・省エネによる二酸化炭素排出量の削減を図る。

なお、小田急小田原線(代々木上原駅～梅ヶ丘駅間)連続立体交差事業および複々線化事業の地下化工事を利用し、本システムのインシヤルコストの低減を目的に、垂直型ではなく水平型地中熱交換器を導入する。

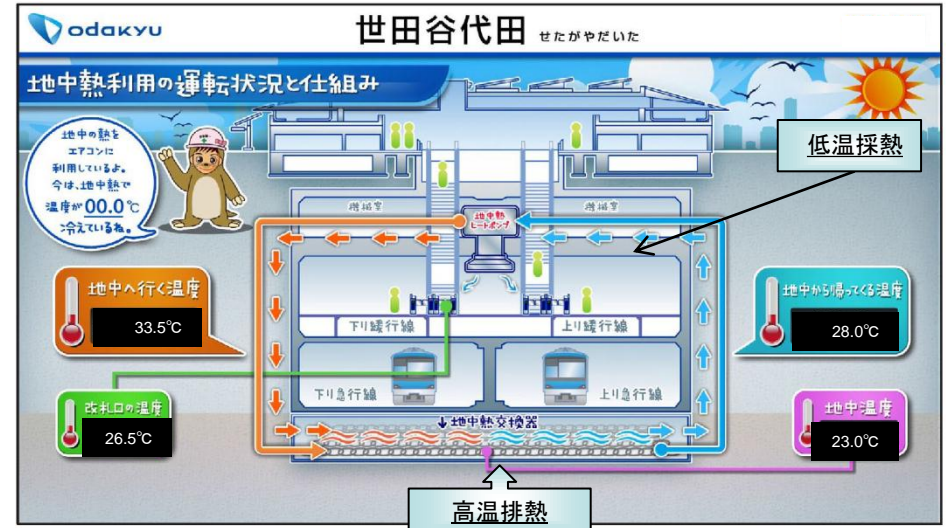
②【期待されるCO2削減効果】

- 空気熱源ヒートポンプで空調を行なった場合の1ヶ月あたりのCO2排出量
  - ・夏季(8月) 9,962kWh × 0.555kg-CO2/kWh =5,529kg-CO2
  - ・冬季(2月) 5,756kWh × 0.555kg-CO2/kWh =3,194kg-CO2
- 地中熱源ヒートポンプで空調を行なった場合の1ヶ月あたりのCO2排出量
  - ・夏季(8月) 5,646kWh × 0.555kg-CO2/kWh =3,133kg-CO2
  - ・冬季(2月) 5,300kWh × 0.555kg-CO2/kWh =2,941kg-CO2

空調ピーク時(8月・2月)に期待されるCO2削減効果

夏季2,396kg-CO2 +冬季253kg-CO2=2,649kg-CO2

地中熱源ヒートポンプの導入により従来型よりも空調ピーク時約2.6t-CO2 削減が出来る。(従来型と比べて30%削減。(※冷房運転時43%削減 暖房運転時8%削減))



世田谷代田駅地中熱ヒートポンプシステム概要図



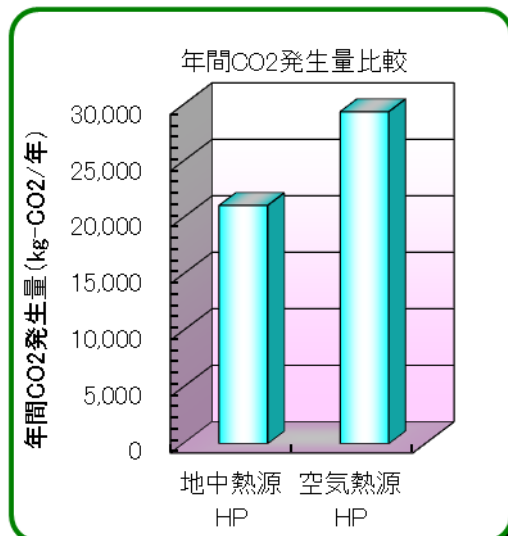
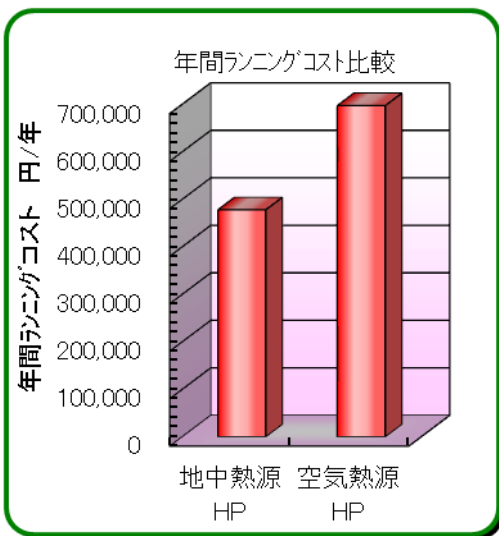
地下3F 水平型 地中熱交換器 敷設状況



地下2F 地中熱ヒートポンプ 設置状況

## (2) 事業の必要性

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導入により、年間二酸化炭素排出量および年間ランニングコストを約28%削減できると推定される。

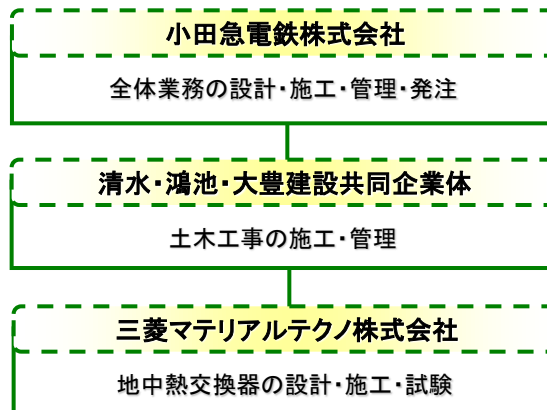


### 社会的意義

地中熱空調方式を採用することにより、従来の空調方式と比べ二酸化炭素排出量削減と低コスト化が図れる。さらに躯体構築と同時に設置することにより、イニシャルコストの低減を図ることが期待される。今回の設置検証について良好な結果が得られれば、今後、地下構造物(トンネル)構築時の環境・空調負荷低減策として有効な工法となり得るものと考えており、将来的に地下構造物工事の指針等に採択されることにより二酸化炭素排出削減に大きく貢献出来ると期待している。

## (3) 事業の効率性

### 実施体制



### 実施計画

内容	H23	H24	H25
水平型地中熱交換器設置工事	→		
横引き配管工事	→		
立ち上がり部配管工事	→		
ヘッダー設置工事		→	
温水循環試験および温度回復試験		→	
B2F仮コンコース内配管工事			→
機器設備工事(ヒートポンプ含む)			→
モニタリング			→
事業費用合計(千円)	15,300	6,550	34,000

## (4) 事業の有効性

### ①【目標設定・達成可能性】

#### ○過去の実績

- ・『トンネル壁に設置した地中熱利用システムにおけるサーマルレスポンス試験』として平成21年度日本地熱学会にて報告(三菱マテリアルテクノ株式会社・九州大学藤井先生)
- ・『地中熱交換器を水平に埋設した地中熱交換システム』として平成22年度地球温暖化対策技術開発事業(委託事業)にて採用

#### ○最終的な目標:

ヒートポンプシステム出力: (冷房時) 38.4kW COP 8.3  
(暖房時) 29.4kW COP 7.6  
想定年間電力消費量: (冷房時) 17,233kW  
(暖房時) 20,785kW  
年間CO2発生量 21,100kg-CO2

⇒ **空気熱源ヒートポンプと比較して**  
**年間消費電力量 約 14,956kWhの削減**  
**年間CO2発生量 約 8.3t - CO2の削減**

### ②【事業化・普及の見込み】

**ステップ1 : トンネル壁面への水平型地中熱交換器の設置**

**ステップ2 : 設置した水平型地中熱交換器を対象に温水循環試験および温度回復試験の実施**

**ステップ3 : 上記試験結果に基づく地中熱交換能力の評価および地中熱ヒートポンプの選定**

**ステップ4 : 地中熱利用ヒートポンプシステム設備の設置**

**ステップ5 : 運転状況のモニタリングと評価**

弊社と同様に新設でトンネル構造物を構築する事業者に対し本事業で得た解析データや施工手法等の情報を提供し、地中熱空調システムの普及促進を行なう。現時点においても、地方自治体や鉄道各社からの問い合わせおよび視察等の依頼もあり地中熱空調利用システムの関心は非常に高く、普及の見込みは大きいと感じている。

## (5) 事業終了後の展開

### ○開発技術の展開について

#### ・事業完了後の気付き

今回世界で初めてトンネル下床面へ地中熱交換器を設置し、駅構内への空調へ利用した。設計・施工・シミュレーションの手法が確立していない中で事業を進めた結果以下の気付きがあった。

#### 1. 冷暖房運転を継続するに連れて地中内の温度変化が想定より大きく表れ、COPの低下が見られた。

気付き: 終電～初電間の運転停止を行わず終日運転に近い運用を行ったため地中温度の回復が上手く機能しなかった。その他の原因として、敷設した世田谷代田駅はトンネル口に近接している事もあり、外気温の温度変化が下床面(コンクリート)に伝わり、地中配管へも影響した可能性が考えられる。

対応案: スケジュール運転(初電5:00～終電25:00)を行い、地中温度の回復時間を設ける。熱損失については下床面(コンクリート)～地中熱配管間に断熱材を入れる対応や地中熱配管自体の材質(ポリエチレン管)の改良を行い、熱損失の少ない配管材の開発も効果的だと思われる。

#### 2. 地中熱空調器の設置数に応じた空調方法の選定をする。

気付き: 今回世田谷代田駅に敷設した地中熱配管は全長で200m程度の範囲で、地中熱HPの設置台数は5台であった。将来的にはホームの待合室や駅職員待機室への空調を計画しているが、現在試験的に仮コンコース内で空調を行なっている。仮コンコース全域を5台で空調するのは各々の負荷が掛かりすぎて効率が低下する事が判明した。

対応案: 駅構内で計画する場合、ホーム待合室・駅事務室・駅トイレ等の天井・壁等で仕切られているエリアに空調を計画した方が効果が大きい。コンコース・ホーム等の大空間へ空調する場合は、床置き型等を採用し利用者が直近で暖かさ・涼しさを直接肌で感じ取れる様にする方が効果的であると感じた。しかし現段階で地中熱対応の水冷式床置き型タイプが無く、メーカー側との技術開発が課題となってくる。

#### 3. 下床面以外への地中熱交換器の追加敷設。

気付き: 今回下床面へ水平敷設を行い熱交換が可能である事が立証されたが、トンネル壁面および土と接する頂部に敷設する事により更に熱交換量が増え、空調機器の増加や効率の向上が期待出来る。

以上の気付きについては、今後導入を検討している事業者に対して提案すると共に今後本設に向けて行なう工事の進捗に合わせて対応出来る事柄については対応していきたいと考えている。メーカーの技術開発協力も必要となってくるので、上記の気付きについて今後対応出来る様に提案をしていく。

## CO<sub>2</sub>排出削減対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 6.5点（10点満点中）
- 評価コメント
  - 計画どおり事業が実施されており、技術開発としては一定の成果が得られたと考える。
  - 条件の特殊性をうまく利用しており、今後の展開が大いに期待される。
  - 成果を広く広報することで、電鉄事業者のみならず、ビルや地下街等への導入拡大に向けた努力を行うこと。