

# 世田谷桜PJにおけるクール・ウォームピットの年間検証 View on pit temperature data for a year at Setagaya Sakura Cool and Warm Pit Project

森田 直弘\*      川瀬 仁実\*\*  
Naohiro Morita    Hitomi Kawase  
上野 翼\*\*\*  
Tsubasa Ueno

## 要 約

世田谷桜プロジェクトに設置した、クール・ウォームピット (C.W.P.) が2014年7月より運転を開始した。未利用エネルギーの代表的な地中熱を利用する本方式は、ピットなどがあれば簡単に利用できる反面、利用可能な熱量などが計算で出しにくい状況である。昨年は夏期 (夏の期間) のクールピットについて発表した。今回は1年間の運転による年間の検証を行う。

### 目 次

- §1. はじめに
- §2. 建物概要
- §3. システム概要
- §4. 実測データの検証
- §5. 運用方法の検証
- §6. おわりに

用 途：有料老人ホーム (49室)

### §3. システム概要

ピット数：8 (内1ヶ所は除塵ピットとして使用)  
ピット面積：273 m<sup>2</sup>  
取入外気量：1,200 m<sup>3</sup>/h  
運 転 時 間：10：00～16：00 (ファン運転時間)  
計 測 期 間：2014年7月5日～2016年2月29日

### §1. はじめに

C.W.P. は建物の地下ピット内に外気を導入し、ピット内の躯体 (主に床面) にて外気を夏期は降温、冬期は昇温させて、空調負荷に関わる換気負荷を低減させる地中熱を利用したシステムである。

本件のC.W.P.は、外気を地下ピットに導入し、除塵ピット・降温/昇温ピットを経て給気ファンにより1階ラウンジ天井内に設置した外調機 (外気処理用空調機) に給気する方式である。外気取入から最終ピット8までの空気の流れをピット平面図の図-1に示す。

### §2. 建物概要

工 事 名：(仮称) 世田谷桜3丁目計画新築工事  
発 注 者：西松建設株式会社  
設 計：西松建設株式会社一級建築士事務所  
工事場所：東京都世田谷区桜3丁目  
竣 工：2014年6月30日  
建物概要：鉄筋コンクリート造・地上5階  
敷地面積：1,316.64 m<sup>2</sup>  
建築面積：747.50 m<sup>2</sup>  
延床面積：2,829.43 m<sup>2</sup>

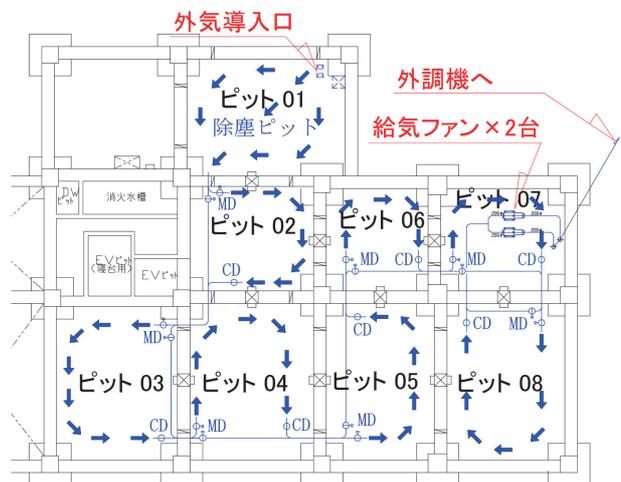


図-1 ピット平面図

\* 本社建築設計部  
\*\* 本社建築設計部機械設備設計課  
\*\*\* 関東建築(支)世田谷桜(作)(現:設備部設備課)

§4. 実測データの検証

2014年7月5日より2016年2月29日までの温度測定結果を図-2に示す。図-2において、ピット1及びピット8の温度はいずれも吹出温度となっている。今回初めて2シーズンの測定記録を収集する事ができた。

外気温度と、ピット8吹出温度の差が大きく、期間も長いC.W.P.の効果が続いたのは、当初予想していた夏期よりも冬期となっている事が分かった。中間期の日中はクールピットとして、それ以外はウォームピットとして運転し、安定した吹出し温度となっている事が分かる。

2シーズンの測定結果より、1年目より2年目の方が

吹出し温度が安定していることが分かる。これは、1シーズン後に、運転制御を修正した結果、更に安定した吹出し温度になった事が分かる。

4-1 各期間での検証

(1) 夏期測定データ

図-3・4は2014年と2015年の7月～9月までの期間を示す。図-3の2014年は運転開始直後のためか、ピット8温度の上下が多くなっている。しかし、図-4では、運用を開始して1年が経過したためか、地中温度も安定し、ピット8は24℃で安定して吹出していた。また、図-3と比べると、図-4は、ピット1とピット8の温度差が7月中旬から出ている事が分かる。

(2) 中間期測定データ(夏期から冬期へ)

図-5・6は2014年と2015年の9月～10月の期間を示す。

中間期は外気、ピット1、ピット8の温度が交差している部分となる9月～10月が該当する。9月頃から外気とピット1の平均温度がピット8に近くなって来る。9月は日中は暑く、それ以外は寒くなっている。この事より中間期のC.W.P.は、日中はクールピット、それ以外はウォームピットとして機能している。外気はその後、徐々に低下し10月終盤でピット8以下となっている。この事より、中間期は外気温度の変化が大きい中でも、C.W.P.は安定して外気を吹出している事が分かる。

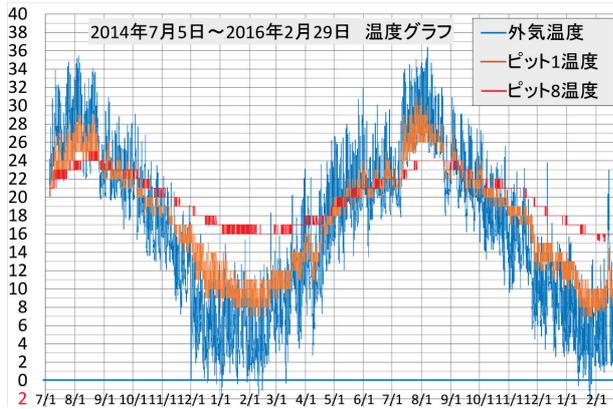


図-2 年間温度測定グラフ

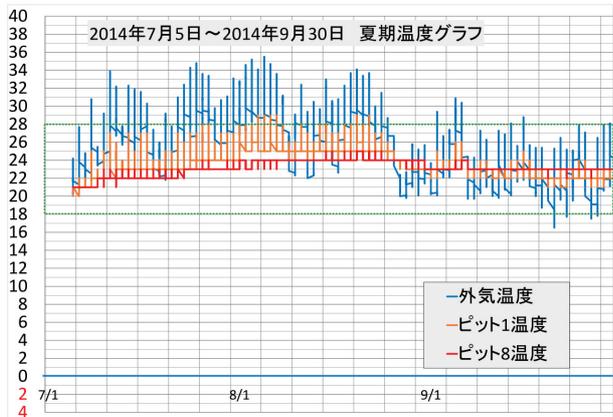


図-3 2014年夏期温度グラフ

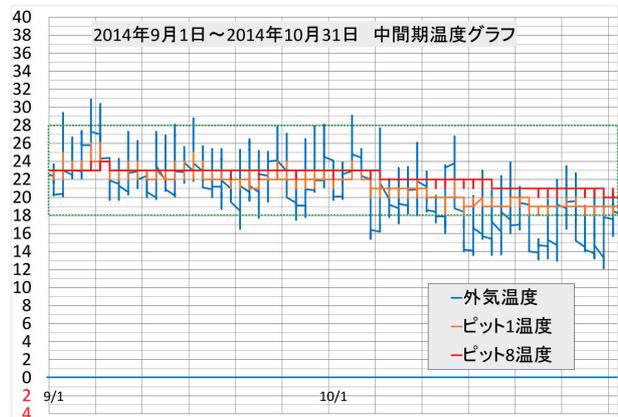


図-5 2014年中間期温度グラフ

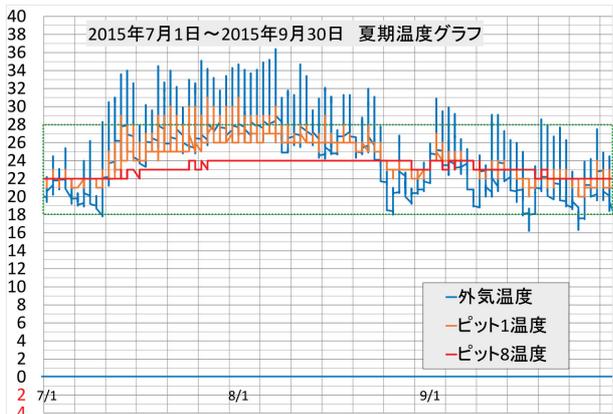


図-4 2015年夏期温度グラフ

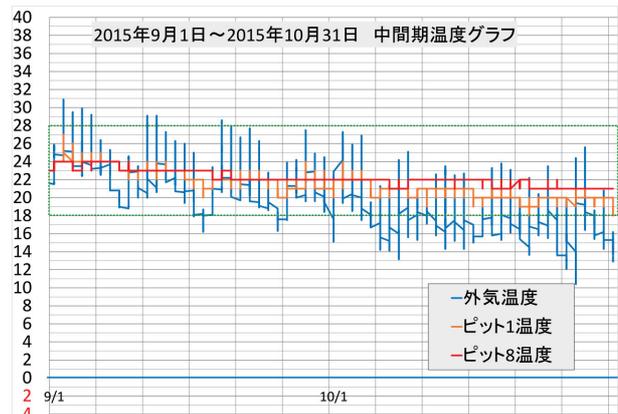


図-6 2015年中間期温度グラフ

2014年も2015年もほぼ同じ傾向となっている。

(3) 冬期測定データ

図-7は2014年10月～2015年4月の期間を示す。10月から徐々に気温が下がり、11月～3月はウォームピットとなっている。また、外気温度が氷点下となっても、ピット8は16℃にて吹出している事が分かる。

(4) 中間期測定データ (冬期から夏期へ)

図-8は2015年4月～7月の期間を示す。4月中旬より温度が上昇し、外気とピット1の平均温度がピット8に近くなって来る。7月中旬でピット8の温度を超えている。夏期から冬期へと同様に安定して外気を吹出している事が分かる。7月後半にピット8は最高温度の

24℃となっている。

(5) C.W.P.を運転する場合に使用する大よその期間

- 夏 期：7月中旬～9月初旬
- 中間期：9月中旬～10月中旬
- 冬 期：10月下旬～4月中旬
- 中間期：4月下旬～7月初旬

4-2 取得熱量の検証

(1) 年間取得熱量

2014年7月5日～2015年7月4日までの年間取得熱量を図-9に示す。夏期はマイナス(外気の温度を下げる)となり、冬期はプラス(外気の温度を上げる)となっている事が分かる。

(2) 夏期取得熱量

クールピットとして能力を発揮していた、2014年7月5日～9月4日までの夏期取得熱量を図-10に、2015年を图-11に示す。両年ともに最大で4,900W/h程度となっている。両年を確認するとクールピットとしては、8月末までと考えられる。

(3) 冬期取得熱量

ヒートピットとして能力を発揮していた、2014年11月～2015年3月までの冬期取得熱量を図-12に示す。冬期は最大で6,000W/h程度となっている。

(4) 合計取得熱量

C.W.P.を運転して得られた熱量は、以下の通りである。

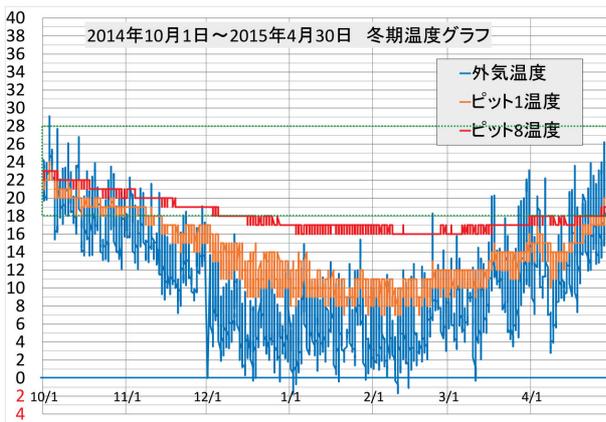


図-7 冬期温度グラフ

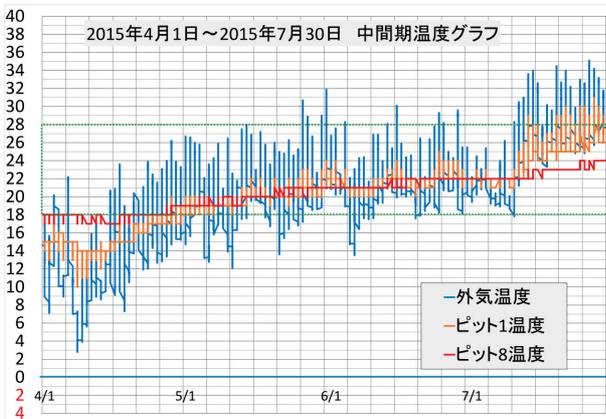


図-8 2015年中間期温度グラフ

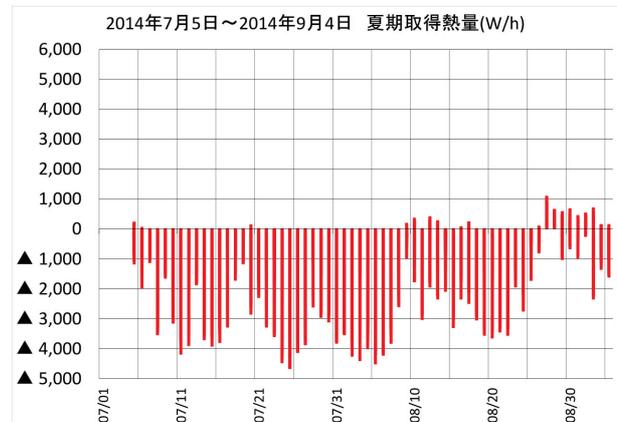


図-10 2014年夏期取得熱量グラフ

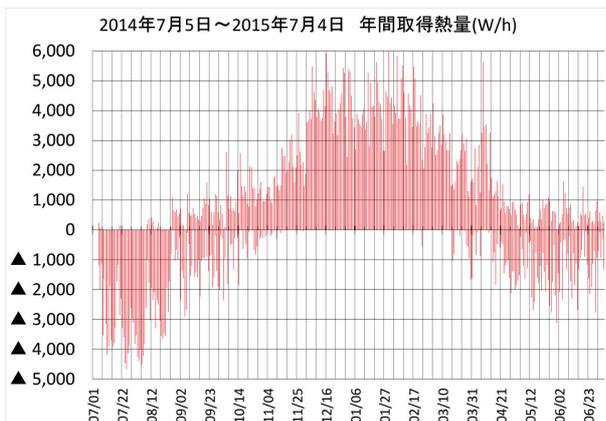


図-9 年間取得熱量グラフ

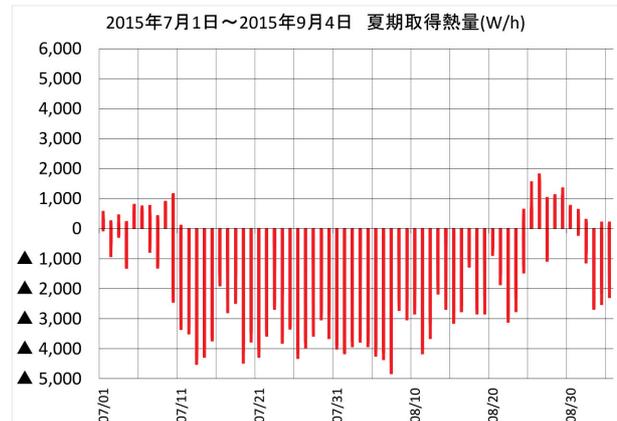


図-11 2015年夏期取得熱量グラフ

夏 期 (7月中旬～9月初旬)	1,690 kW
中間期 (9月中旬～10月中旬)	790 kW
冬 期 (10月下旬～4月中旬)	7,630 kW
中間期 (4月下旬～7月初旬)	1,010 kW
1年間 (2014年7月～2015年6月)	11,120 kW

冬期の取得エネルギー量は全体の7割近くとなっており、ウォームピットとしての利用が大きかった。

4-3 今回の外気量を処理するピット面積の検証

隣り合ったピット温度の差を確認する事で、実際に1,200 m<sup>3</sup>/hの風量に必要なピット数を検証する。

上記で記載の通り、ウォームピットとしての利用が7

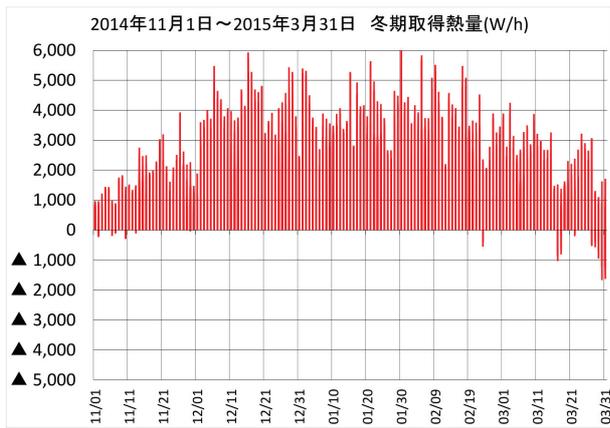


図-12 冬期取得熱量グラフ

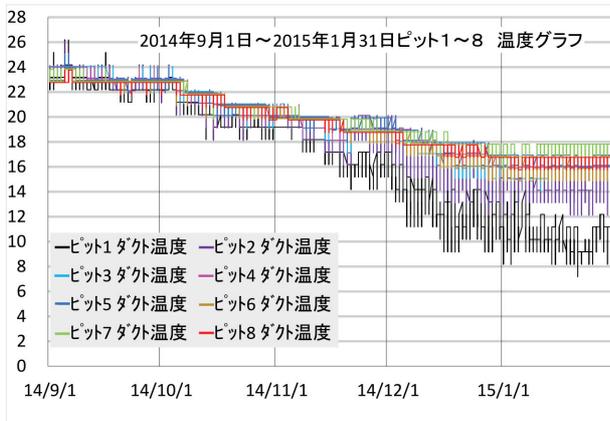


図-13 1～8ピット温度グラフ

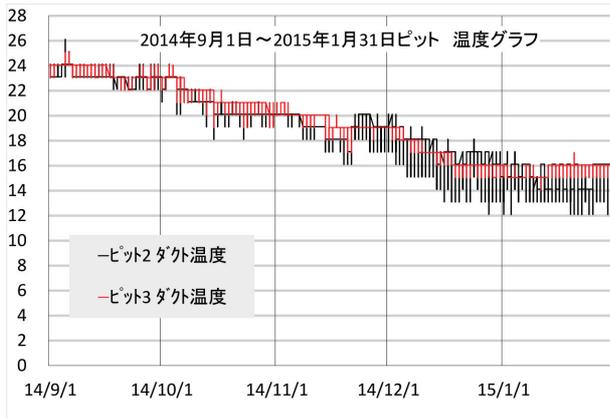


図-14 2～3ピット温度グラフ

割を越すので、9月～1月の期間での検証を行う。各ピットの温度測定結果を図-13に示す。

(1) 必要ピット数の検証 (ダクト温度より)

図-13を確認すると、12月初旬から1～8ピットの温度に幅が現れてきた。この時期は、黒:ピット1と紫:ピット2が綺麗に温度が分かれている。青:ピット3については、かろうじてピット2と分かれていることが確認できる。

ピット2～3温度の検証

ピット2～3の温度グラフを図-14に示す。2ピットを表示しているグラフは、手前のピットを黒とし、先のピットを赤としている。赤が上の場合、温度交換が行われている事になる。図-14は赤が上に有るので、ピット3も温度交換をしている事となる。

ピット3～4温度の検証

ピット3～4温度グラフを図-15に示す。9月初旬から11月末まではほぼ赤なので、黒と同じ状態となっている。12月は赤が上になっているが、1月は同じになる。

ピット4～5温度の検証

ピット4～5温度グラフ図-16を示す。12月初旬から赤が上となっているので、ここでは熱交換を行っていることとなる。

ピット5～6温度の検証

ピット5～6温度グラフ図-17を示す。11月中旬ま

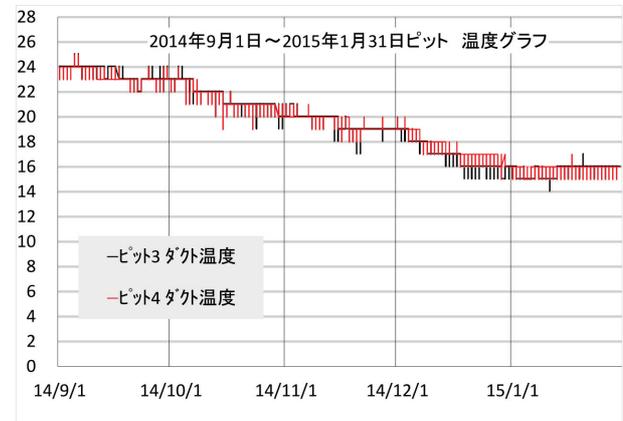


図-15 3～4ピット温度グラフ

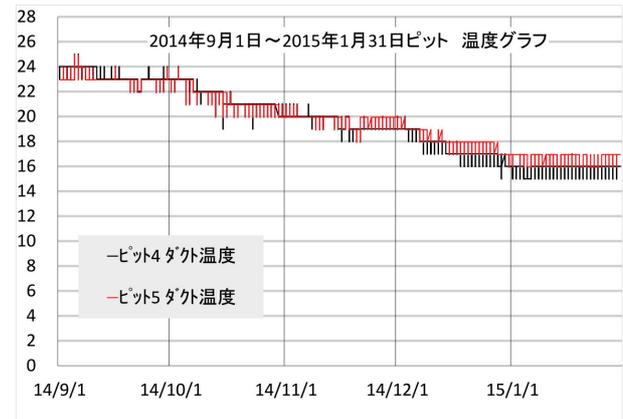


図-16 4～5ピット温度グラフ

ではほぼ同じ温度となっているが、それ以降は赤が下となっている。この事より、ピット6で温度低下を起していると考えられる。

ピット4と6温度の検証

ここで、ピット5と6が逆転しているの、ピット4と6の確認をする。ピット4・6温度グラフ図-18を示す。ほぼ赤色なのでピット4と6は同じ温度となっている。

以上より、今回の1,200 m<sup>3</sup>/hの外気を処理するピット数は3～4と推測できる。

(2) 必要ピット数の検証(床温度より)

世田谷桜プロジェクトでは、実証実験のため各ピット

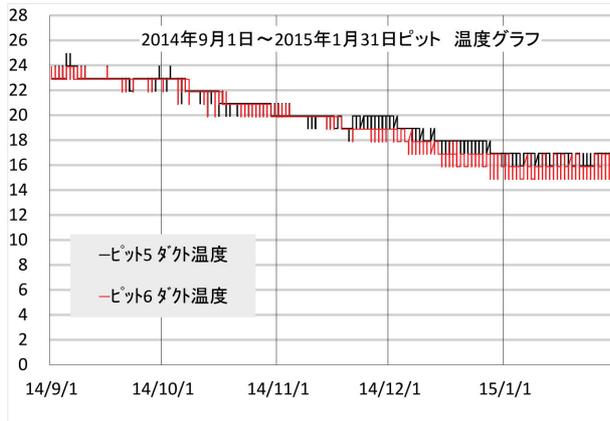


図-17 5～6ピット温度グラフ

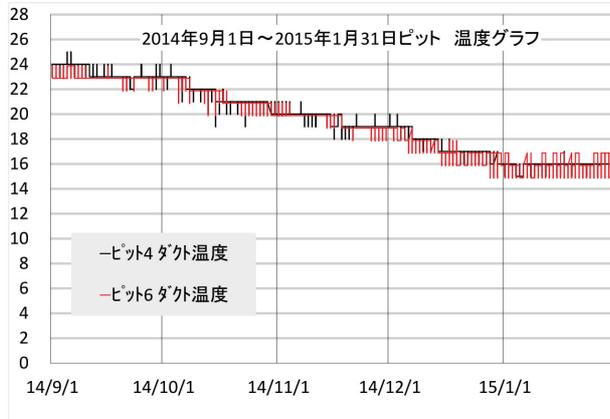


図-18 4, 6ピット温度グラフ

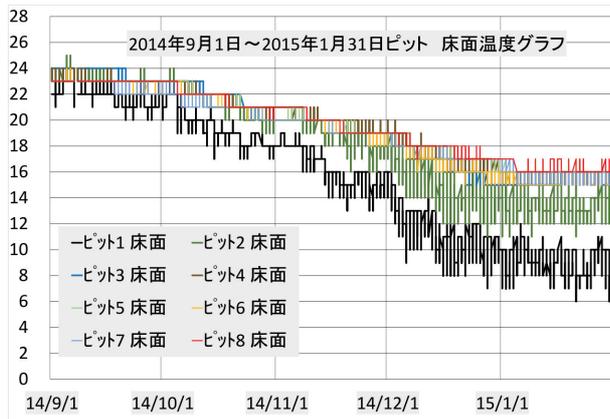


図-19 1～8ピット床温度グラフ

の吹出し温度の他に、ピット床面の温度も測定している。

2014年9月1日から2015年1月31日までの1～8ピットの床温度グラフ図-19を示す。吹出し温度と同様な下がり方となっている。ピット1と2については11月中旬より温度差がはじめて、1月下旬に最大となった。その他のピットは入り混じっているの、ピット1～3床温度グラフ図-20を示す。ピット1～3が綺麗に分かれていることが分かる。この事より、熱交換が十分行われていると推測される。残りのピット4～8床温度グラフ図-21を示す。このグラフでは、ほとんどのピット温度が同じ状態となっているので、有効に熱交換しているとは考えられない。以上より、床温度から今回の1,200 m<sup>3</sup>/hの外気を処理する必要ピット数は、3と推測される。

4-4 ピット内通過風速の検証

ピット床面温度と吹出し温度に差が有る場合は、風速が早く、十分に熱交換できていない事となる。ここでは、床面温度と吹出し温度を比べて風速が適切か確認する。

(1) 各ピットの床温度と吹出し温度の比較

各ピットの床面温度と吹出し温度の比較表図-22～25を示す。ピット1から2までは多少の温度差が有るが、ピット3で温度差はほぼ無くなった。ピット4以降は同様となっている。これは、前記で検証した必要ピット数

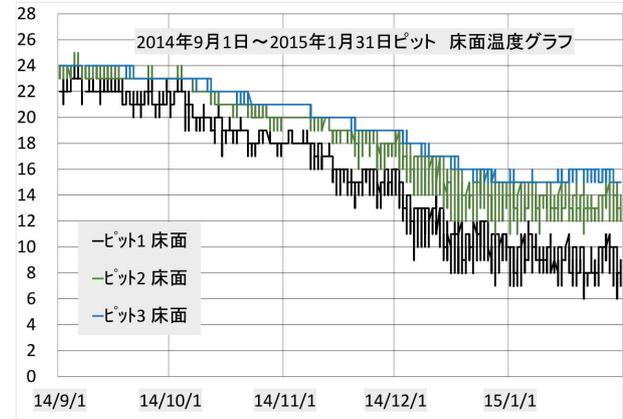


図-20 1～3ピット床温度グラフ

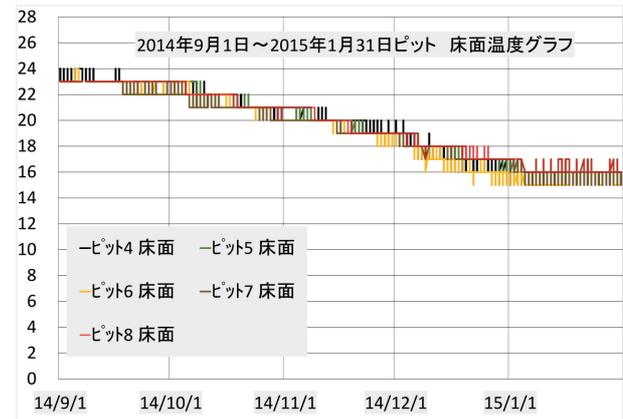


図-21 4～8ピット床温度グラフ

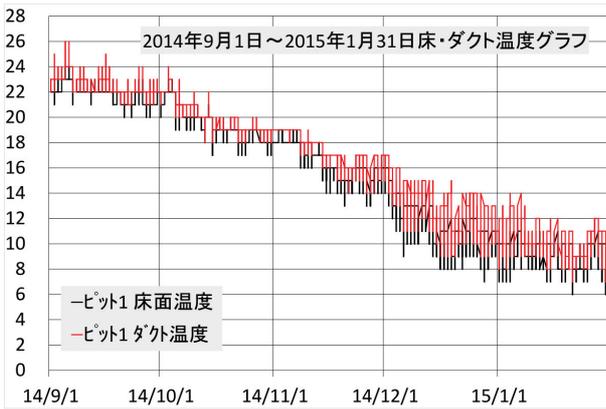


図-22 ピット1床面・ダクト温度

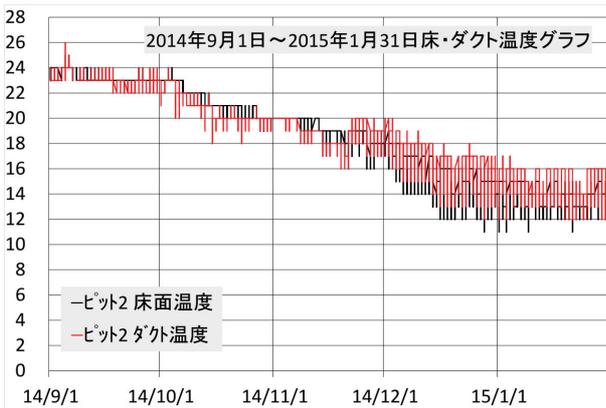


図-23 ピット2床面・ダクト温度



図-24 ピット3床面・ダクト温度



図-25 ピット4床面・ダクト温度

3と一致している。以上より、ピット内通過風速はピット3まで使用した場合は問題無い事が推測された。

4-5 ピットの熱取得量の計算

(1) 1 m<sup>2</sup> 当たりの取得可能熱量の計算

上記検証結果より、1,200 m<sup>3</sup>/hの風量を処理するピット数は3と推測されるので、ピット1～3までの床面積で計算を行う。ピット1～3の床面積は110 m<sup>2</sup>となるので、

$$1,200 \text{ m}^3/\text{h} \div 110 \text{ m}^2 = 11.0 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$$

ピットの床面積1 m<sup>2</sup>当たり11 m<sup>3</sup>/hの外気を処理できる計算となる。

(2) 今回のピット面積で処理できる外気量の計算

今回のピット面積は273 m<sup>2</sup>なので、

$$273 \text{ m}^2 \times 11 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h} \approx 3,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

ピット1～8で3,000 m<sup>3</sup>/hの外気が処理可能と推測される。

§5. 運用方法の検証

C.W.P.を計画した当初は、クールピットとして利用する計画であった。また、使用できるエネルギー量が未定だったので、夏期の日中の暑い時間のみ6時間運転し、それ以外は、外気により上昇したピット温度を下げるため運転を停止し、地中熱を採取する計画であった。しかし、計測データを確認すると、18時間程度の連続運転が可能であり、また取得した年間エネルギー量の7割がウォームピットとして運転していた。中間期の気温は快適なので、運転はしない計画であったが、実際は1日の温度差が大きく、日中はクールピットとして運転し、夜間・早朝はウォームピットとして運転をしていた。この事より、外調機の運転時間と同じ18時間程度の年間運転にする事が妥当と判断できた。

§6. おわりに

地中熱を利用するシステムは色々あり、各種システムによる計測結果などが発表されてる。しかし発表は短期間の場合が多く、1年間を通して取得したエネルギー量の情報は現状では非常に少ない。特に中間期などは、ほとんど情報が無かった。今後ZEB(ゼロ・エネルギー・ビルディング)へ向けて自然エネルギー利用は必須となる中で、地中熱の年間利用可能なエネルギー量や運用方法を得た事は大変貴重である。

今回の年間検証で算出した取得エネルギー量は11,120 kWであり、外調機の消費電力換算でのCO<sub>2</sub>削減量は約1,470 kg/年となっている。また、廠社宅では、この検証データを基に量産型クール・ウォームピットを計画し、2016年4月より運転を開始し、日吉5丁目計画でも量産型クール・ウォームピットを計画している。