

# 「さくらインターネット石狩データセンター」の外気冷房運用実績

大成建設(株) 設計本部 豊原範之

■キーワード／データセンター・空調設備・外気冷房・排熱利用・性能評価

## 1. はじめに

「さくらインターネット石狩データセンター」は、国内初の外気冷房型データセンターとして、北海道石狩市に、2011年10月に竣工した建物である。

最近のデータセンターは、サーバの高密度化とともに、サーバからの発熱は、1ラック当たり、5kW～10kW程度となり、オフィスビルの10倍以上の冷房エネルギーを必要とする。この膨大な冷房消費電力をいかに削減するかがデータセンターの計画上の課題となっている。

石狩データセンターの最大の特徴は、年間の約95%の時間において、外気冷房のみで空調運用を可能とする建築と設備が一体となった計画であり、本報では、竣工後1年の外気冷房空調の運用実績の検証結果について報告する。

## 2. 建物概要

建物名称 さくらインターネット石狩データセンター  
所在地 北海道石狩市  
発注者 さくらインターネット(株)  
コンサルタント 明豊ファシリティワークス(株)  
設計者 大成建設(株)一級建築士事務所  
施工者 大成建設(株)  
用途 データセンター  
敷地面積 51,448m<sup>2</sup>(最終8号棟実装時)  
建築面積 7,091.44m<sup>2</sup>  
延床面積 11,391.75m<sup>2</sup>  
構造 S造  
階数 地上2階  
工期 2011年3月～2011年10月



写真-1 建物外観

## 3. 建築計画

### 3-1 概要

本プロジェクトは、敷地内に最終8号棟まで計画されている将来構想のうち、今回は、1号棟と2号棟の建設を行った。



写真-2 敷地全景

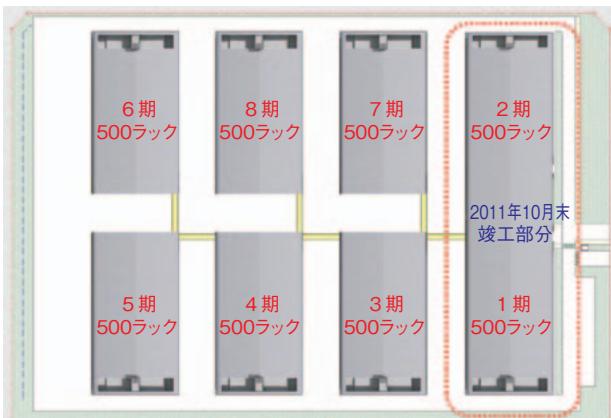


図-1 将来建屋敷地配置図

建屋は、1棟当たり500ラックとし、以下の設計条件で計画を行った。

- ・ラック数：500ラック/棟(最終8棟 4,000ラック)
- ・電気容量：8kVA/ラック(最大12kVA/ラック)



写真-3 サーバ室

### 3-2 外装

建屋外装は、外気冷房専用のデータセンターとして、給気スリット、排気スリット、発電機置場、冷却塔置場等をダブル折板屋根にて包み込む特徴的な形状とし、シンプルで機能的な外装計画としている。

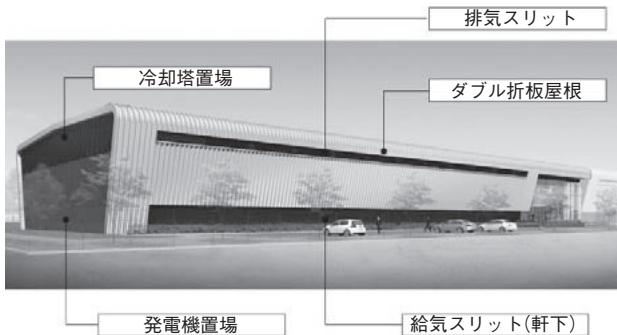


図-2 建屋外装概要

### 3-3 空調設備概要

#### (1) 热源設備

サーバ室の空調は、年間を通して外気冷房が可能であるが、外気温度が許容値よりも高い場合と、高湿度の場合は熱源冷房運転を行う計画とした。

热源設備：水冷INVターボ冷凍機

冷却塔：密閉式冷却塔

#### (2) 空調設備

サーバ室用空調は、年間を通じて外気冷房を可能とするために、「外気導入経路」、「混合チャンバ室」、「排気経路」を建築的に計画した。(図-3 参照)

空調吹出方式は、「天井吹き出し」と、「壁吹き出し」の2方式を採用し、異なる空調方式を比較検証可能なように計画した。(写真-4 参照)

サーバ室：空調機方式(冷水コイル内蔵)

電気室：外気冷房ファンユニット方式

事務諸室：EHPビルマルチ型空調方式

#### (3) 加湿設備

サーバ室：空調機内に加湿器組込

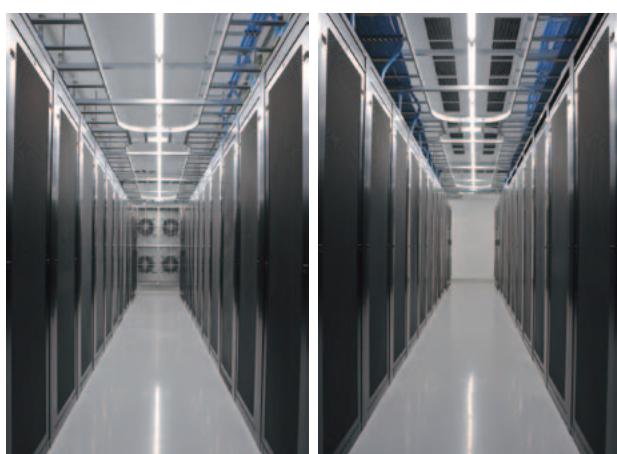


写真-4 壁吹出方式／天井吹出方式

#### (4) 換気設備

ガス消火排気

事務諸室：全熱交換型換気扇

#### (5) 自動制御設備

空調機外気冷房制御、熱源廻り制御

サーバ室温湿度監視

雑用水槽水位監視、漏水検知帶

## 4. 空調設備計画

### 4-1 外気冷房計画方針

石狩データセンターは、日本初となる100%風量の外気冷房を可能とする寒冷地型データセンターとして、建築・設備が一体となった、さまざまな先進的な計画を行った。

例えば、建設地の気象条件の把握や、「外気冷房実証実験」、「除塩フィルタ検証実験」、「屋根材モックアップ検証実験」、「サーバラック排熱効率実験」などの検証実験を行い、信頼性と効率性を確認した上で、設計・施工を行った。

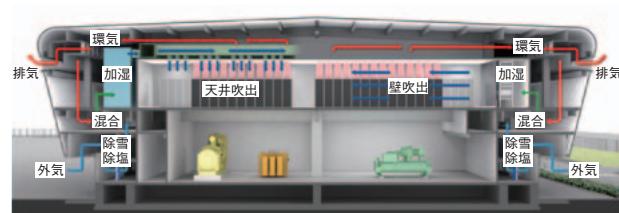


図-3 建屋エアフロー断面図

### 4-2 外気取り入ルート計画

建設地は、海岸より1.5kmに位置し、冬期は、外気温度は-15°C、風速10m/sの暴風雪が吹き付け、年間降雪量6mの多雪地帯である。そのため、外気導入は、卓越風向と直交する方向とし、建屋軒下から外気を取り入れ、迷路状として風雪害を防ぐ「スノートラップ」形状とし、塩害対策として「除塩フィルタ」を設置した。(図-3、写真-5 参照)



写真-5 スノートラップ, 除塩フィルタ部

#### 4-3 外気冷房の温湿度コントロール

外気冷房時においても、供給する空調空気は、温湿度調整を行える計画とした。サーバ室の温湿度条件は、ASHRAE2011のデータセンター基準の推奨温湿度を目標値とし、外気冷房時には、一時的には許容温湿度条件まで緩和させる条件とし、外気冷房を最大限活用可能な設定とした。

サーバ室への供給温度設定値は、約20°Cであり、冬期において、外気温度が低すぎる場合は、空調機下部の混合チャンバ室において、取り入れた外気にサーバからの排熱を混合させ、適温に制御することが可能なシステムとした。夏期の外気温度が高い場合は、熱源冷房運転に自動的に切り替わる制御とした。

### 5. 運用実績

#### 5-1 運用実測調査

2011年10月の竣工後、1年が経過しており、冬期～夏期にかけての運用状況と空調消費電力の削減量について、実測と分析を行った。

#### 5-2 サーバ室消費電力量推移

2012年1月～8月のサーバ室A・Bの消費電力の推移を図-4に示す。

両室ともに、月ごとにサーバの実装率は上昇しているが、8月時点で、120kW/室程度であり、設計負荷に対して、20%程度であり、空調機のファンも25%程度の絞り運転により対応を行った。

負荷の内訳を確認すると、熱源負荷は、7月～8月の夏期にのみ発生しており、1月～6月の冬期から中間期は、100%外気冷房のみで、熱源を稼働することなく空調が運用された。

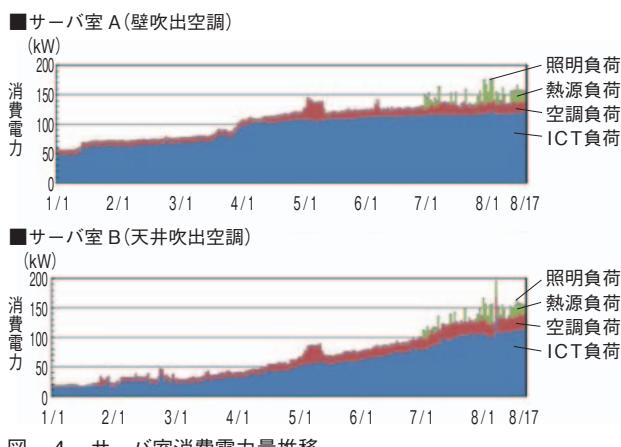
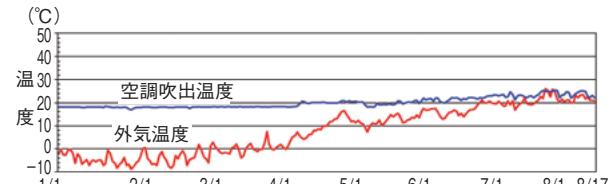


図-4 サーバ室消費電力量推移

#### 5-3 空調吹出温度の推移

2012年1月～8月のサーバ室A・Bの吹出温度の推移を図-5に示す。両室ともに、吹出温度は安定しており、冬期～中間期は18°C～22°C程度となっている。7月に入り、外気温度が高い場合は、熱源冷房運転を行う設定としており、冬期～夏期にかけて、空調吹出温度は、ASHRAEの推奨温度(18°C～27°C)の範囲内にて推移しており、外気冷房時、熱源運転への切り替え時とともに、安定した空調吹出温度となっている。

■サーバ室A(壁吹出空調)



■サーバ室B(天井吹出空調)

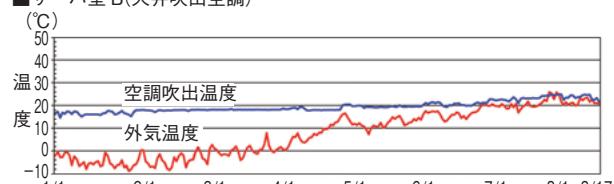


図-5 外気冷房吹出温度の推移

#### 5-4 空調吹出温湿度の評価

2012年1月のサーバ室Aの外気冷房時の吹出温湿度を図-6に示す。冬期は、外気とサーバ排熱を混合させて温度を適正に保つ混合外気冷房モードであり、吹出温湿度は、約18°C・55%で安定しており、混合外気冷房モードの温度制御性、ならびに湿度制御性が優れている。

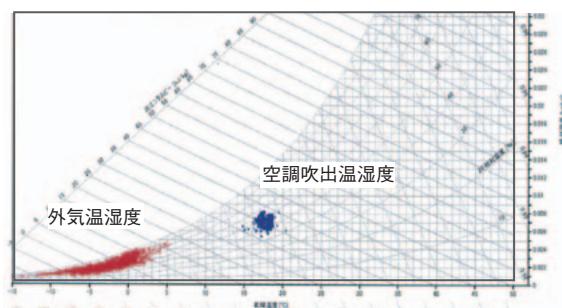


図-6 外気冷房時の吹出温湿度(1月)

2012年6月のサーバ室Aの外気冷房時の吹出温湿度の推移を図-7に示す。中間期の外気冷房は、18°C～26°Cの間を推移する全量外気冷房モードとなり、吹出温湿度は、外気の影響を直接受けるが、温度：19°C～26°C、湿度：35%～75%の範囲となり、ASHRAE2011のA1許容温度範囲(青線内)に納まっている。

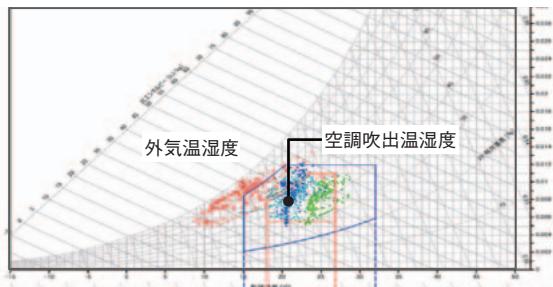


図-7 外気冷房時の吹出温湿度(6月)

### 5-5 PUE値評価

データセンターの省エネルギー性能は、PUE(Power Usage Effectiveness)値で評価される。

PUE値は、下記の式で表され、建物負荷の大半をしめる空調エネルギーが小さくなるほど、PUE値は1に近づくことを示している。通常熱源冷房による従来型データセンターのPUE値は、1.5~2.0程度である。

$$\text{PUE} = \frac{\text{IT負荷} + \text{建物負荷}}{\text{IT負荷}}$$

石狩データセンターにおいて、2012年1月～8月のサーバ室AのPUE値の分析を行った。夏期の熱源運転時の平均PUE=1.8となり、従来型データセンターと同様の数値であったが、冬期～中間期の外気冷房時の平均PUE=1.14と優れた値であった。外気冷房時の空調負荷は、ファン動力のみなので、熱源冷房時の消費電力の84%削減となり、非常に高効率な空調が実現できた。

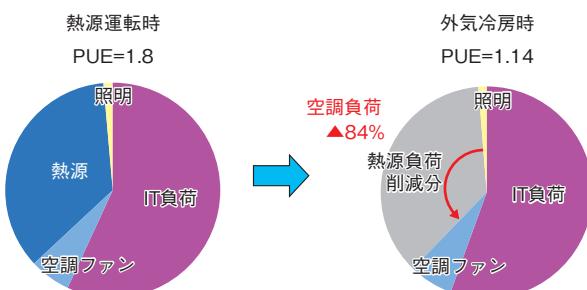


図-8 热源運転／外気冷房時PUE

2012年の夏期は、北海道としては、記録的な猛暑が続き、熱源運転時間は、標準年の外気温湿度よりも高く、熱源運転時間は、500時間(延べ20日程度)であったが、年間8,760時間の6%に過ぎず、残りの8,260時間(94%)は、熱源レスの外気冷房のみで運用可能であることが確認された。年間平均PUE値は、1.18となり、従来の熱源冷房型データセンターと比較して、年間空調消費電力80%削減という、超省エネルギー型データセンターが実現できた。

## 6. 排熱利用

### 6-1 サーバ排熱利用計画

寒冷地に立地するデータセンターとして、サーバからの排熱を、居室、エントランスの床予熱、および、ロードヒーティングの熱源として活用できるように計画した。

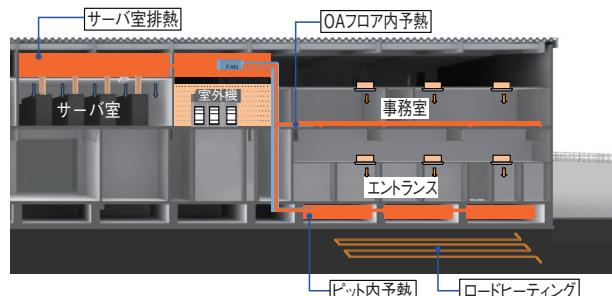


図-9 排熱利用計画概念図

### 6-2 排熱利用効果

会議室等のOAフロア内にサーバ排熱を導入することで、床表面温度は約5°C、室温は約2°C上昇することが確認され、暖房負荷低減と執務環境の向上が実現できた。

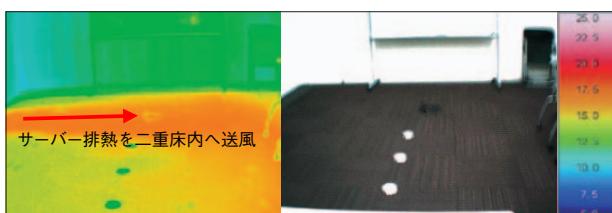


写真-6 排熱利用二重床内予熱のサーモカメラ画像

建屋の出入り口部分に、サーバ排熱利用のロードヒーティングを設置した。送水温度約20°Cであったが、熱源無しで融雪を行うことが可能であり、融雪のランニングコストの低減が実現できた。

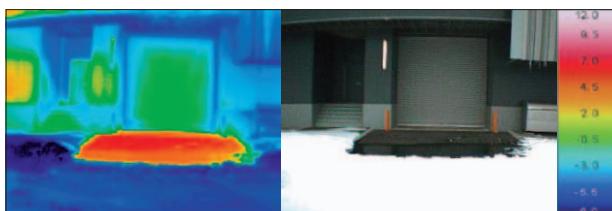


写真-7 排熱利用ロードヒーティングのサーモカメラ画像

## 7. おわりに

石狩データセンターの竣工後の空調運用実績により、年間の約94%の時間で、外気冷房が可能であり、温湿度制御も問題なく、年間空調エネルギー削減率80%という、超省エネルギー型データセンターが実証できた。

最後に、この場をお借りして、運用データを提供いただきました、さくらインターネットさま、ならびに、本プロジェクトの関係者の皆さんに厚く御礼申しあげます。