

# 環境に配慮した都市開発～グランフロント大阪～ 超高層オフィスビルでの自然換気と見える化の取り組み

GRAND FRONT OSAKA, Natural Ventilation of High Rise Office Building and Visualization

日建設計設備設計部

NIKKEN SEKKEI LTD, Mechanical Engineer

田辺 慎吾

Shingo TANABE

キーワード: 自然換気 (Natural Ventilation)、BEMS (Building Energy Management System)、街区 (Urban Area)、見える化 (Visualization)、ヒートアイランド (Heat Island)

## 1. プロジェクト概要

グランフロント大阪は「関西最後の一等地」と言われた大阪駅北地区貨物ヤード開発エリアのうち先行開発地区と呼ばれる約7haに完成した大型複合開発プロジェクトである。平成14年に都市再生緊急整備地域に指定されて以降、同年の国際コンセプトコンペ、平成16年の大阪市による大阪駅北地区まちづくり基本計画公表を経て平成18年にコンペにより開発事業者が決定し、平成25年4月にまちびらきを迎えた。

本プロジェクトは12の事業者が複数の街区を同時に開発していることが大きな特徴で、ナレッジキャピタルと呼ばれる知的創造拠点をはじめとする多様な都市機能を集積させ、魅力ある都市環境を創造し、関西経済再生の一翼を担うことが期待されている。建築概要を表1に、開発区域を図1に示す。

開発区域は、地下に商業施設、地上に広場と開発区域全体のシンボル施設を持つ「うめきた広場」、商業施設とオフィスで構成される「南館」、前述のナレッジキャピタルとオフィス、商業施設、コンベンション、ホテル・サービスアパートメントからなる「北館」と共同住宅である「オーナーズタワー」の4つの街区で構成される。

表1 建築概要

建物名称	グランフロント大阪
敷地面積	47,917.94㎡
総延床面積	567,927.07㎡(合計)
所在地	大阪市北区大深町ほか
建築主	NTT都市開発株式会社・株式会社大林組・オリックス不動産株式会社・関電不動産株式会社・株式会社新日鉄都市開発・住友信託銀行株式会社・積水ハウス株式会社・株式会社竹中工務店・東京建物株式会社・日本土地建物株式会社・阪急電鉄株式会社・三菱地所株式会社
全体統括	日建設計+三菱地所設計+NTTファシリティーズ
実施設計	日建設計+三菱地所設計+NTTファシリティーズ+大林組+竹中工務店
施工	梅田北ヤード共同企業体/大林組+竹中工務店
工期	2010年3月31日 ~ 2013年3月
まちびらき	2013年4月26日

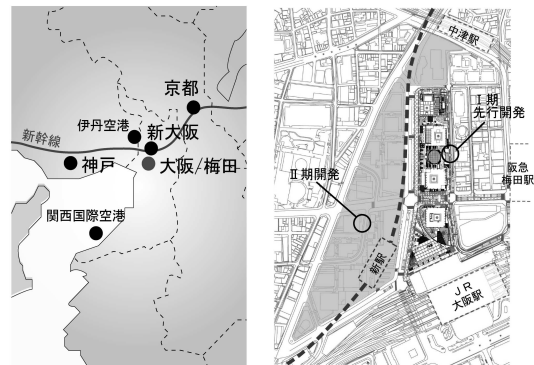


図1 計画位置図



図2 全体外観写真

(左からオーナーズタワー、北館(タワーC、B)、南館(タワーA))

## 2. 環境配慮手法

環境配慮の側面では、複数の事業者が一体となって複数の街区を同時に開発するメリットを生かし、「まちの一体的取組み」と「持続的なマネジメントシステム」を両輪に「実効性の高い最先端省CO2技術」を加え、省CO2社会を先導する環境共生型都市開発モデル「関西圏における環境ショーケース」となることを目指した。

図3に各街区、各建物で計画した省エネ・低炭素化手法、図4に建物配置図を示す。これにより国土交通省による「住宅・建築物の省CO2先導事業」として採択されている。この中で、各ブロックで計画する自然換気システムは用途・プランニングに応じたシステムとし、機能の一部を外装デザインに表現し、BEMSのネットワーク化（以降BEMS-N）とエネルギー情報の見える化とともに先進性・先端性、さらに波及性を目指している。

BEMS-Nは各館で保持するBEMSデータをネットワークを通じてデータを吸い上げ、棟別、エリア別、使用用途別等に集計して横並びの比較ができるシステムになっており、運転管理にさらなる工夫を加えるツールとして利用することができる。

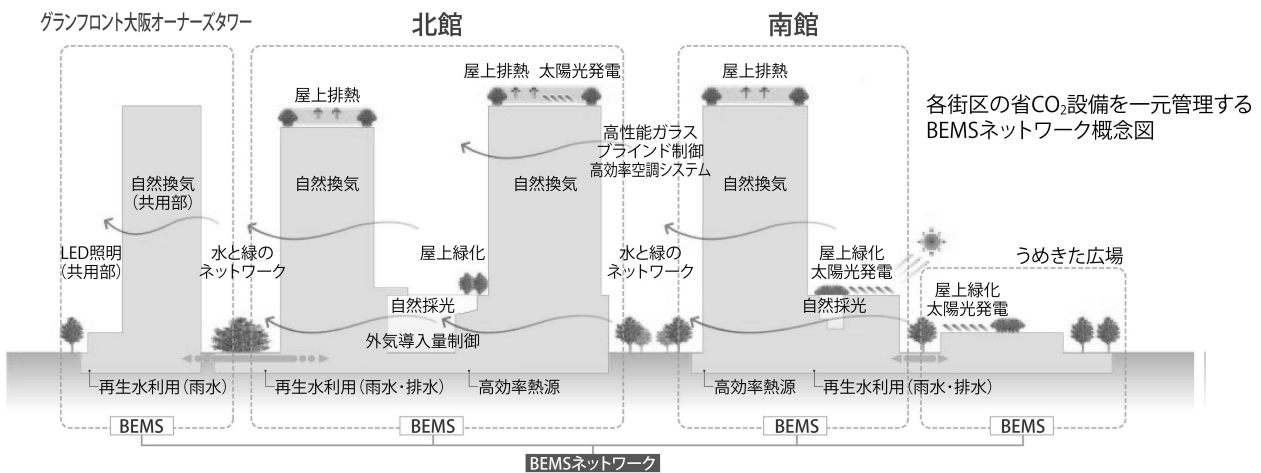


図3 各街区の省エネ・低炭素化手法

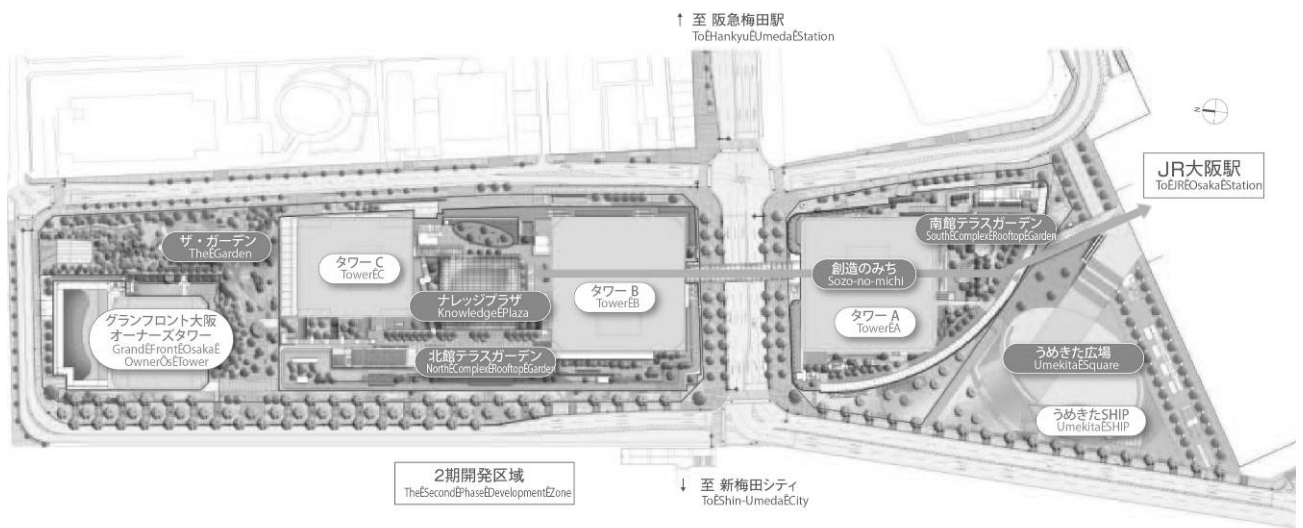


図4 建物配置図

### 3. フラッグシップオフィスの省エネ・省CO2

#### 3.1. 計画の背景

2006年に事業者決定がなされて以降、2007年～2010年の設計期間中は、京都議定書の第一約束期間がスタート(2008年)したこともあり省エネ法の改正に加えて財団法人不動産協会「不動産業における環境自主行動計画」強化改正、各種補助金制度の充実など、業務ビルでの省エネ・低炭素化を意識した実質的な対策がつけざまにとられた時期であった。特に平成22年4月1日省エネ法改正でエネルギー管理が工場・事業場単位から企業単位となったことから、入居者の省エネ意識の変化と計測の必要性について繰り返し議論を行った。また、3棟の高層タワー(南館タワーA、北館タワーB及びタワーC)に配されるオフィス貸室面積は合計15万㎡を超え、設計段階で施設全体の消費エネルギーのうち約40%を占めると予想していた。

このことから、関西の一等地に位置するオフィスにふさわしい機能と快適性はもちろん、低炭素・省エネ性を持つことが命題となった。

オフィスエリアでは、ブラインド制御や明るさセンサー、変风量制御などのオーソドックスな手法を採用し、さらに超高層テナントビルでの自然換気、ハイブリッド空調などの多様な手法を取り入れたうえで、テナント端末での見える化・設定操作といった、入居者がエネルギーやCO2を意識し自ら低炭素・省エネ化に取り組むことのできる、あるいは取り組みを支援するシステムを構築した。

#### 3.2. 自然換気と空調システム

##### (1) 各棟の自然換気

自然換気はオフィスに限らず街区全体のテーマとして取り組んでおり、3つのオフィスタワーにおいてそれぞれ特徴のある計画を行っている。

##### タワーA

通風力を利用し、外装にエアインテイクと称する外気取り入れ口を配することで自然換気への取り組みをアピールしている。

##### タワーB

オフィスプレートの四隅と中央に換気塔(ボイド)を設け、通風換気と重力換気を併用することで外部風の小さい時にも自然換気が有効に働く工夫を行い、四隅のボイドを透明ガラスで作ることでメガプレートオフィスタワーをスマートに見せ、タワーA同様、環境に配慮した建物であることを示している。

##### タワーC

高層部にホテル、中層から低層部にオフィスを配した構成を利用し平面的に中央に設けたボイドを使って全面的な重力換気で安定した自然換気を可能としている。

表2 タワーオフィスでの環境配慮事項の整理

パッシブ技術	自然換気, 自然採光, 昼光利用, 高性能ガラス
アクティブ技術	高効率熱源機器, ハイブリッド空調, 高効率照明, 光センサー制御, ブラインド制御 外気冷房, ナイトパーージ
運用段階における省CO2活動の促進	テナント端末での見える化と運転制御設定

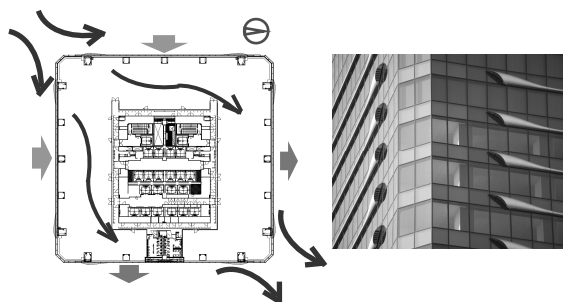


図5 タワーAの自然換気  
(通風換気の取入口=エアインテイク)

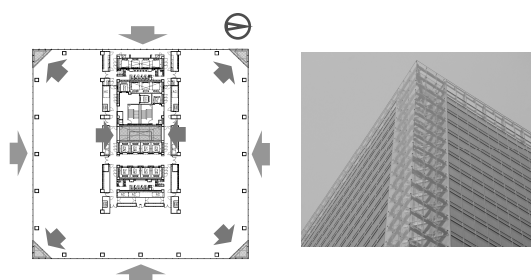


図6 タワーBの自然換気  
(換気塔=コーナーボイド)

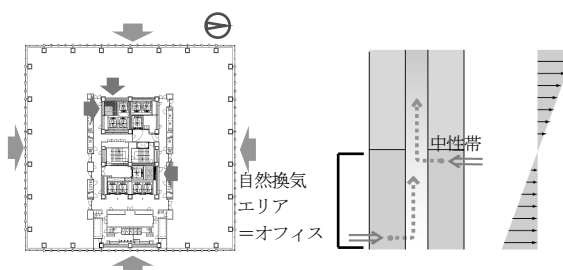


図7 タワーCの自然換気  
(換気塔=センターボイド)

## (2) 超高層テナントビルでの自然換気

一般に、業務施設の自然換気システムは、本社あるいは自社オフィスや中層・低層オフィスが多い。この主たる原因は以下のものである。

- ・ 自然換気システムが安定した室内環境を保つことが難しい
- ・ 閉め忘れや自然換気が無効な時間帯での自然換気実行などでトラブルが生じる可能性がある
- ・ 高層部の過大な風速により必要以上の換気量、あるいは室内風速が出る可能性がある

これに対して本施設では、

- ・ 入居者自身が自然換気を含む4つの空調モードを選択する
- ・ 自然換気口操作の自動化
- ・ 自然換気口、室内への外気導入口の工夫

により解決を図った。

以下、タワーBを例に記す。

図8に自然換気概念と空調モード選択フローを示す。前述の通り、各面外壁部にスリットを設け卓越風を受けて流れる風力換気に加え、ボイド（排気塔）による安定した重力換気を組み合わせた。ボイドは4隅と中央に配しており、中央は高層用（第2センターボイド）と低層・中層用（第1センターボイド）の二つのボイドを計画した。

コーナーボイドの中性帯より上部となるフロアについては第2センターボイドを利用し、すべてのフロアで排気塔が設けられるように計画した。なお、コーナーボイドに面する開口はボイドの浮力に応じて上部ほど開口面積を大きくし、各階である程度均等に自然換気が行われるように配慮した。

室内側の自然換気取り入れ口はコアングダ効果を狙って天井面に沿って部屋の奥深くへ流れるように工夫を行った。本原稿執筆時までに試験的に行ったトレーサガスによる自然換気量の測定では、暫定値として2~4回の換気回数を確保している。

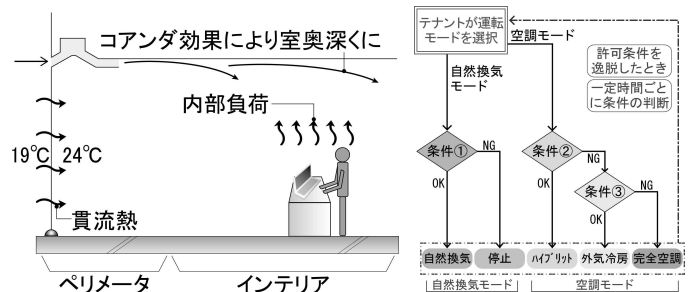


図8 自然換気概念と空調モード選択フロー

表3 自然換気・ハイブリッド・外気冷房条件

	自然換気 条件①	ハイブリッド空調 条件②	外気冷房 条件③
外気温	10~20℃以上 テナントによる選択	18℃以上	10~24℃
外気湿度	90%RH以下		90%以下、 露点7.8℃以上
外部風	15m/s以下(室内外差圧による)		
エンタルピー	室外 < 室内		

## (3) 自然換気を含む4つの空調モード

表3に自然換気、ハイブリッド、外気冷房の条件を図9に4つの空調モードにおける換気口の動きと冷房運転時間における各モードの室内想定負荷とテナントで選択できるモードは「自然換気」、「空調」の大きくふたつで、パソコン画面上で容易に変更が可能である。

自然換気モード選択時には、条件が整った場合に自然換気口が開となり空調が停止する。

空調モード選択時、その時点で最適な運用となるように、通常空調である「完全空調」、「外気冷房」、自然換気口を開としながら空調機を運転する「ハイブリッド空調」を自動で切り替える。

これらは後述の WebLink Server を利用し、テナント入居者が自然換気の最低取入れ外気温度の設定変更や自然換気のスケジュール設定、ハイブリッド空調の採否が変更可能な仕組みを構築し、テナントの考えに応じたフレキシブルな対応を可能とした。

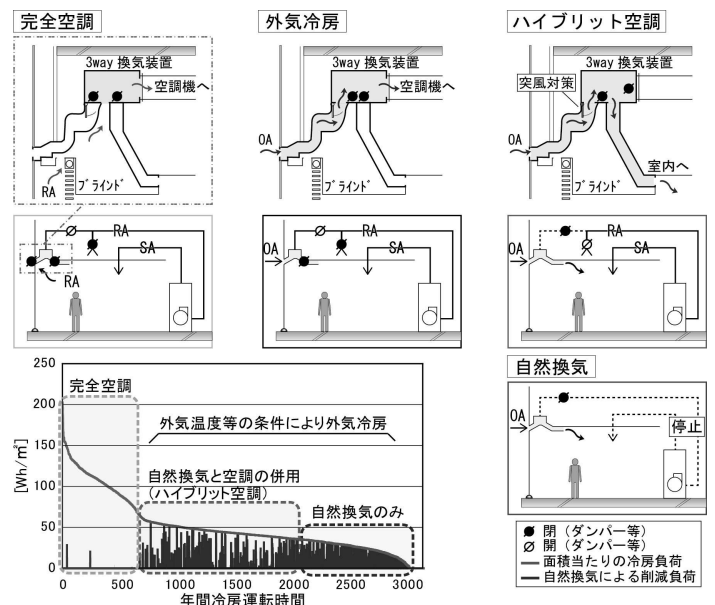


図9 自然換気を含む4つの空調モードの考え方

### 3. 3. 見える化

#### (1) WebLink Server

これからのテナントオフィスでは単純にビル側の設定によるのではなくテナント入居者自らが執務環境の許容値を緩和し、エネルギー使用量やCO2排出量をみながらエネルギー・コンシャスな日々の取り組みをサポートする仕組みが必要と考える。

図10にテナントの省エネ活動による効果例を示す。大阪に位置するテナントビルでの照度変更、消灯励行、待機電力抑制等、消費電力削減効果を示すもので、自主的な震災以降の取り組みがきっかけではあるものの、以降、同様の取り組みを続けている。このような入居者自らが温熱環境、視環境設定の緩和を許容し無駄遣いをなくす活動で省エネ・低炭素効果が得られる。

システム構成を図11に示す。WebLink Serverは照明・空調サブシステムの上位に位置し、検針システムとBEMSからエネルギーデータを収集する。テナント入居者はネットワークを通じて必要なデータを参照し、容易に空調・照明設定を変更することができる。

参照可能なデータは、照明・コンセント別電力消費量、空調熱量、ごみ排出量、CO2排出量で、自然換気を運用しやすくする自然換気予報画面も同じく参照することができる。(図12, 13)

また、空調モード選択(空調機運転・自然換気運転・ナイトパーズ許可・禁止)、空調風量調整、残業申請、照度設定、スケジュール、照度設定が可能となっており、入居者の行動が直接エネルギー、あるいはCO2として参照可能なシステムとなっている。(図14)

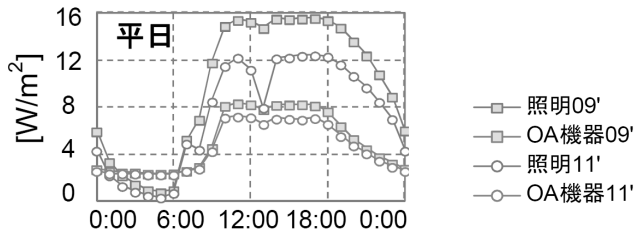


図10 テナントの省エネ努力効果例

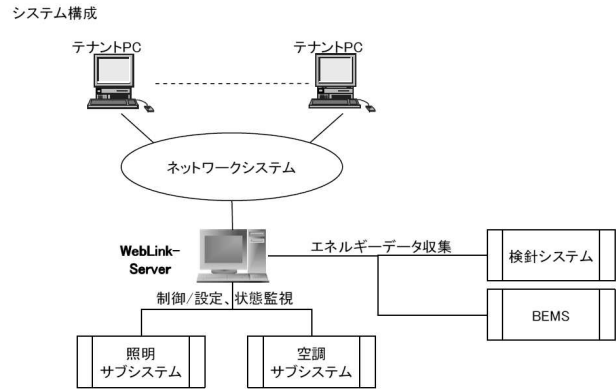


図11 WebLink Server

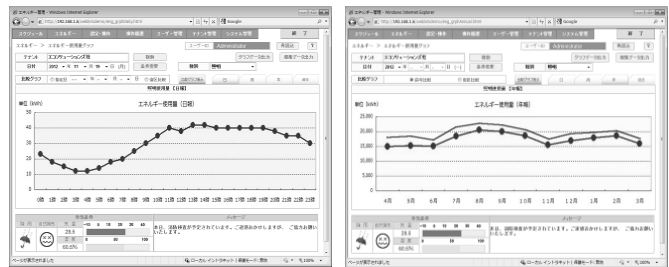


図12 エネルギー情報画面例(左:日報 右:月報)

### 4. まとめ

グランフロント大阪は大きな期待を持って受け入れられ、順調な滑り出しを見せている。今後は運営をサポートする意味で導入手法の検証やチューニングを繰り返し、「環境ショーケース」にふさわしい施設運営をお手伝いしたいと考えている。

#### <参考文献>

グランフロントパンフレット

田中/うめきた(大阪駅北地区)先行開発プロジェクト/IBEC No.186 vol.32-3

田中、千代延、田辺/低炭素社会に向けた業務用建物の省エネルギー手法のポテンシャル評価(その1)/2012年建築学会大会

田辺、山中、甲谷、桃井、相良他/高層オフィスビルにおける風力・重力換気併用型の自然換気に関する研究(その1~5)/2013年建築学会大会投稿/コーナーボイドを有する高層オフィスビルの自然換気性能に関する研究(その1~5)2013年空気調和衛生工学会大会投稿

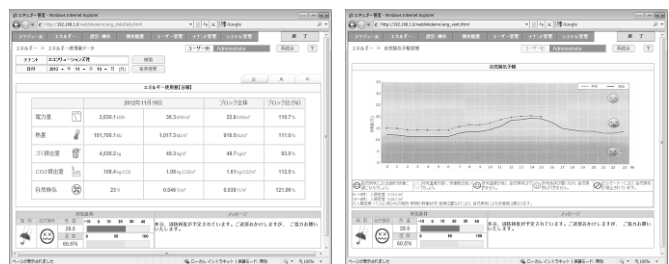


図13 エネルギー総量画面と自然換気予報画面例

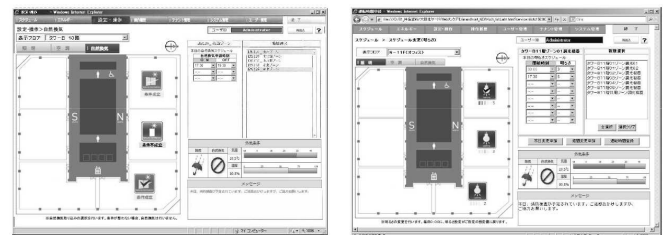


図14 照明設定画面・空調設定画面例