第 16 回 環境・設備デザイン賞

YKK80 ビル / 日建設計

Project Summary

Located in the metropolitan city of Tokyo, Japan, the new YKK headquarters building is named “YKK 80” because it was completed in 2015, which marked the 80th year since the company was founded. Tragically, in March 2011, just one month after design began, the GreatEast Japan Earthquake and disaster occurred. Japan rapidly shut down all of its nuclear power plants (nearly 30% of Japan’ s total energy supply) and reassessed their energy supply and demand as well as their seismic vulnerability. This allowed the owner and design team to reassess the energy,comfort, sustainability, and seismic design requirements for this project—leading to much more innovative, integrated, comfortable, healthy, and resilient design solution.

The project site is a 5-minute walk from Akihabara station, and the longer axis of the site is 70 meters (230 feet) in length, faces westward, and overlooks a metropolitan expressway. These constraints immediately established several energy, daylight, noise and view design challenges for the harsh climate of Tokyo.



＊1 西側外観

120 年後を見据えたロングライフビルをめざして

設計趣旨

YKK80 ビルは、創業 80 周年の節目に YKK グループの新たな拠点として完成した。首都高速道路、昭和通りに面し、活気ある秋葉原の街に接する。ここに、グローバル企業としてのシンボル性を創出するとともに、東日本大震災をふまえた、災害に強く、安心安全で健康に執務できかつ省エネに寄与する計画が求められた。

大前提であったエネルギーの安定供給が一時的に揺らいだ経験から、空調のエネルギー源を複数化して冗長性を確保するとともに、最大限の省エネによりインフラへの依存を抑制する計画とした。同時に執務空間の質を高め、快適性向上を志向し、省エネとの両立を目指した。即ち温度・湿度・放射に加え、気流を制御する**微気流併用放射空調**を計画した。

また都市型環境建築での**普及性のある負荷削減**とその適切な負荷処理として、以下の取り組みを実施した。

・光、熱環境に配慮したファサードデザイン
・潜熱顕熱分離処理、中温冷水 / 低温温水利用
・外気や地中熱利用による省エネと、水資源有効利用による都市インフラ負荷削減

これらの技術は、設計・施工・運用の各段階での**一貫した性能検証**として、建築主、運用管理者、設計者、施工者、大学 (検証) を含めたプロジェクトメンバーで実施し、情報共有、課題解決を実施してきた。

YKK80 ビルは 120 年後を見据えて、安全、省エネ、快適であり続ける長寿命建築として歩み始めたところである。

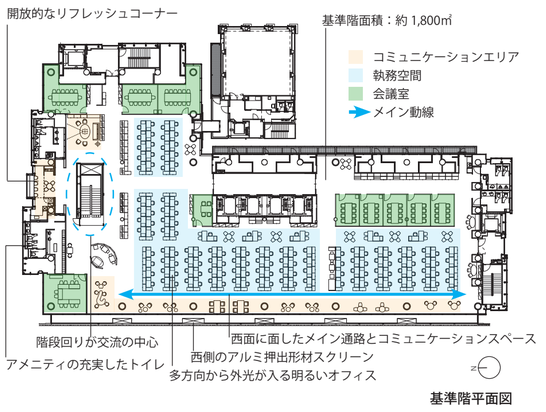
平面計画

外部の有識者を交え、YKK 社内の「ワークプレイス研究会」にて 3 年以上にわたる検討・実証実験を経て、オフィス学やコミュニケーションの見地よりＹＫＫらしいワークプレイスを配した。

このワークプレイスは、エレベータや階段などの縦動線を分散配置し、約 1800 ㎡のワンフロアを見通し良く、広々と使える平面計画としている。

4 階から屋上を貫通する階段をワークプレイス内のへそ部分に設け、その廻りにコミュニケーションエリアを配することで、各階及び、上下階のコミュニケーションを誘発する。

また、西面に約 60m のメインファサードに面する部分は、ペリメーターアイルと位置づけ、メイン通路とコミュニケーションスペースを配置した。

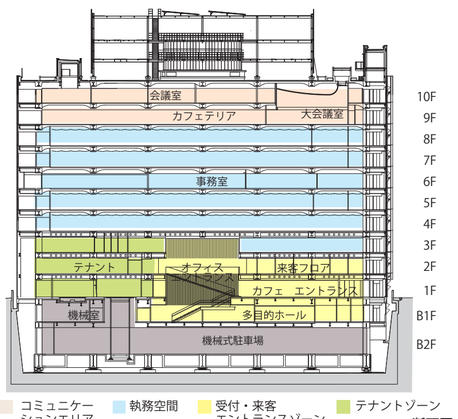


基準階平面図

断面構成

低層部は来客受付や会議室等のエントランスゾーン、高層部は社員食堂や社員専用会議室等のミーティング・コミュニケーションゾーン、中層部にオフィスゾーンを配置し、明快なゾーニングとした。

また、災害に強い建物として、大地震に対して免震構造を採用した。水害に対しては、主な設備機器は屋上等に設置、中央管理室は 2 階以上に設置した。インフラ途絶時への配慮としては、非常用発電機による電源供給により、72 時間のビル機能維持のための電源供給や帰宅困難者支援が行える電源供給を行う。また給水排水インフラ途絶時を想定し、在館者 3 日分の給排水槽の確保、飲料水が備蓄されている。なお、停電時には、執務室等は熱源を用いた空調は行わず、自然換気窓より最小限の換気を確保することが可能となっている。



断面図

アルミニウムの多様な表現

YKK グループが扱う主要な素材であるアルミを多彩な表現方法によって内外装に用い、明るく軽快なイメージとともに、日射遮蔽や天井放射空調の室内環境を向上機能と融和し、素材の持つ新たな可能性追求した。アルミは 120 年後の建物解体後も商品として再生可能であり、企業のライフサイクルも考え選定された素材ともいえる。



＊2 カフェテリア



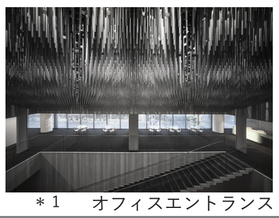
＊1 夜景



＊3 事務室



＊2 大会議室



＊1 オフィスエントランス

快適性と省エネ性を高めた微気流併用放射空調

インテリア空調の概要と微気流併用の意図

執務室の空調は天井に設置した放射パネルで行う。山谷のある傾斜形状とし、パネル面で冷やされた空気が自然対流により居住域へもたらされ、緩やかな循環を生むことを意図した (写真 1)。加えて、放射空調のその先の快適性を目指し、木陰のそよ風に着想し、微気流を付加することを計画した。温度と湿度を分けてコントロールする潜熱顕熱分離空調に対し、さらに気流を付加して快適性を向上させる空調計画である。具体には、放射パネル上部に小型ファンを設置し、ライン制気口により、居住域に 0.2m/s 程度の気流を提供する (図 1)。

山の部分には、明るさ・人感センサー制御の LED 照明を配置 (写真 1 詳細図)。アンビエント照明としての照度は 300lx 設定であるが、傾斜したパネル面が反射板の役割を果たし天井面の明るさ感が向上、十分な明るさを有する。なお、放射空調空間で微気流を付加について、2013 ASHRAE Handbook Fundamentals, ch.9 fig. 17、PMV ± 0 の室温・MRT・気流の関係を参照すると、室温より MRT が低くなる放射冷房室内において、微気流があると快適性を維持したまま設定室温を高く緩和できることが示唆されている。これは計画の実効性を後押しするものであった。

谷の部分には列毎に設備プレートが配され、微気流を付加するドラフト抑制型ライン制気口、感知器等の防災設備、無線アンテナ等を有効に設置。なお、本計画にて選定した制気口は、約 70mm 毎に風向可変な器具を採用し、個人の嗜好に配慮して気流感の選択を可能としている。

パネル上部のダクトより供給されるデシカント外調機の調湿外気は、小梁のない空間をプレナムチャンバーとして利用し、パネルの山谷配置により生じる隙間より押出される。居住域へ供給された後、レタンチャンバーを兼用する床下 OA フロア (175mm) を介しデシカント外調機へ還気される。



＊2

写真 1. 内観写真

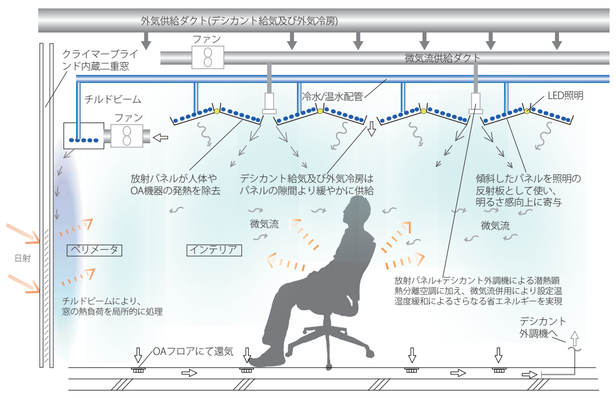


図 1. 微気流併用放射空調　ダイアグラム

微気流併用の効果検証

執務空間において、微気流を付加して室温緩和を図った事例が少なく、これを確実に実現するために、設計 - 施工 - 運用の各段階での一貫した性能検証にて、その効果を検証した (表 1)。

設計段階ではシミュレーション検討を実施し (図 2)、施工段階では模擬空間での実大実験により本空調システムの基本性能の確認ならびに被験者実験による温熱環境の快適性把握を行い、実運用での設定値を決定した。被験者実験の結果、75％以上が快適と答えた範囲を示す。ASHRAE で快適範囲とされる作用温度、絶対湿度範囲を緩和しても、放射冷房で微気流がある場合、27℃、28℃Cでも快適との申告が多く得られた (図 3)。日本における気流に対する嗜好を示唆する結果が得られた。この模擬空間での実大実験では、空調性能の確認だけなく、放射パネルの勾配、照明形状、天井面の吸音性能、微気流制気口の意匠性確認を行い、実際の施工へ反映した。運用段階では建築主、建物管理者、設計者、施工者、大学の 5 者にて、毎月 1 回、性能検証会議を実施し、更なる改善を進めている。なお、2017 年夏に実施した空調環境に関するアンケートでは、83.8% の執務者が満足との回答を得た。

	設計フェーズ (2011年11月～)	施工フェーズ (2013年1月～)		運用フェーズ (2015年7月～)	
	基本計画～実施設計	施工・監理		入居前検証	入居後
省エネ省資源	Energy+、LCEMによる目標設定 超節水衛生器具、中水利用	機器性能を監理 LCEM検証を継続	試験運転による初期性能の確認	各季毎の実測による機能性能試験 BEMSで月毎の確認	
室内環境	BIM/CFDを連携し、省エネ、快適性、意匠性に配慮した室内環境とファサード設計	モックアップによる被験者検証	モックアップの改善策を施工へフィードバック	室内環境計測 模擬負荷での設計性能確認 ブラインドの最適化	各季毎の環境性能を実測により確認 (2年継続中)
伝達	施主要望事項をブリーフィング	設計意図伝達による意識共有	取扱い説明	施主・運用管理者へ検証結果の報告と課題共有 運用改善マニュアルを作成	

表 1. 各段階における性能検証

図 3. 模擬空間での被験者実験による快適域の拡大

天井内のダクティングを最小化することで、階高 3,850mm でありながら、天井高さは 2,800mm を確保している。設計段階では BIM(Building Information Modeling) を活用しており、このモデルを用いて CFD との連携を行い、シミュレーション検討を重ねた。微気流発生時の気流速は、居住域にて 0.2m/s 程度となるよう設計。また、微気流用制気流口のない部分についても、パネル下端から冷気が緩やかに落ち、冷気の大きな循環が示唆される。

この検証をもとに施工段階において 100 名を超す被験者による実験で、最適な風速、温湿度設定を検証した。

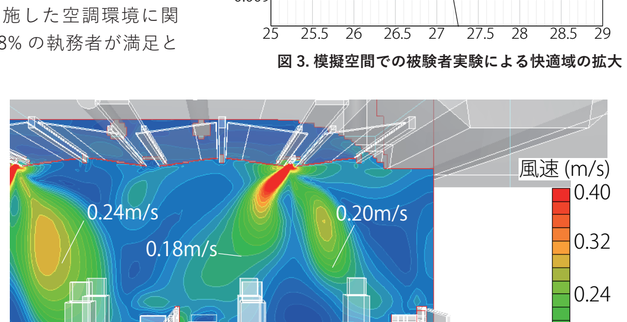


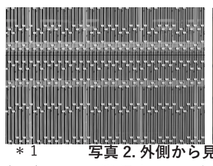
図 2.BIM を活用した CFD 解析 (気流)

都市型環境建築での普及性のある負荷削減

本社ビルの顔となる多機能ファサード

1) 多機能ファサードの計画意図

都心に立地し、日射 (メインファサードは西面に約 70m)、騒音 (幹線道路)、景観 (駅前繁華街) における過酷な敷地条件の中で、外装はグローバルヘッドクォーターの顔となる意匠性、日射熱負荷抑制などを実現する、多機能ファサードとして計画された。



＊1



写真 2. 外側から見た外装と室内から見た街並

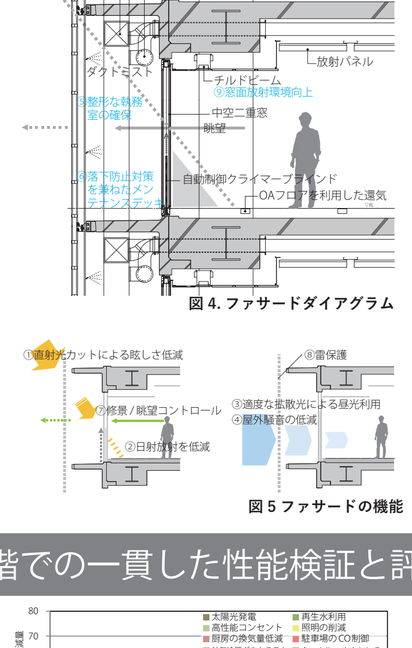
(左) 一枚の繊細なファブリックを広げたようなファサードがシンボル性を創出　(右) 雑然とした街並みをフィルタリングし、眺望をコントロール

2) 多機能ファサードの概要

最外部は、伝統的なスダレに着想し、材質は YKK を象徴するアルミ押出材を用いた多層型アルミレイヤーとした。その内側に奥行 1.5m の庇兼バルコニーがあり、空調・換気用の主ダクトをここに配置することで、執務室内のダクトスペースを削減し、整形なオフィス空間を確保している。また、このスペースはメンテナンスデッキの役割もあり、ダクトや付属機器の保全、窓清掃にも活用される (写真 3)。

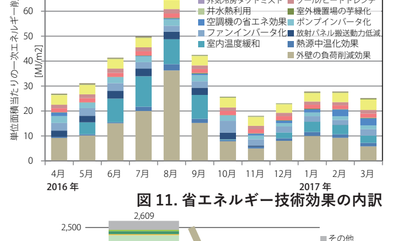
窓は外部騒音に配慮し、中空二重窓を採用。ブラインドはその二重窓内に設置され、庇でカットしきれない直達日射を遮りながら眺望が確保できるクライマー型自動制御ブラインドとした。室内の温熱環境はチルドビームにより適切に処理され、コミュニケーションスペースとして十分な環境とした (写真 4)。このように、アウタースキン、庇、窓、ブラインドの機能を組み合わせたファサードは、9 つの機能を有する多機能ファサードとして構築された (図 4, 5)。

9 つの機能：
①直射光のカットによる眩しさ低減
②日射遮蔽による負荷削減と窓面放射の低減
③適度な拡散光による昼光利用
④屋外騒音の低減
⑤整形な執務室の確保
⑥落下防止対策のされたメンテナンスデッキ
⑦修景、眺望コントロール
⑧雷保護
⑨チルドビームによる窓面放射環境向上



＊1

写真 3. メンテナンスデッキ



＊3

写真 4. コミュニケーションスペース

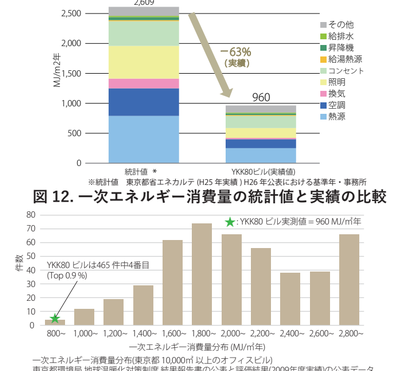


図 4. ファサードダイアグラム

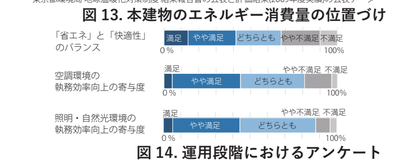


図 5 ファサードの機能

自然エネルギーの活用技術

1) 外気冷房

中間期の空調負荷削減を意図し、外気冷房が可能な計画とした。都心部の排気ガス等の空気質・音環境に配慮し、屋上から外気を取り入れる。年間で約 2,000MJ の冷房熱量が削減できており、性能検証による運用改善により、運転時間を 1.37 倍増加させることに成功した (図 6)。

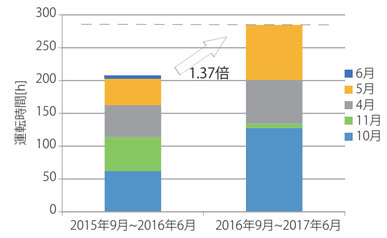


図 6. 外気冷房運転時間の向上

2) クール / ヒートトレンチと 井水利用空調

BCP 対策として、市水断水時に給水可能な井戸、地震時に建物内の揺れを低減する免震構造を採用した。これは、災害対策としての投資ではあるものの、日常の省エネルギーにも寄与するしくみを付加して計画した。

免震層はゴム板で仕切りを構築し、クール / ヒートトレンチとして利用できるされる (図 9, 写真 6)。地中の恒温性を利用した取入れ外気の予冷予熱効果として、最大で約 10°Cの顕熱緩和を確認した。井戸水も同様に、外調機の予冷予熱として活用する計画とした。取水制限により、日常利用可能な 10t/日は、便所洗浄水、植栽灌水としても利用することで、多段利用している。

この技術による外気負荷低減効果は、年間を通じ、負荷削減に寄与することが運用実績にて確認された (図 8)。



写真 5. 免震層を利用したクールヒートトレンチ

図 7. クールヒートトレンチの季節毎の温度

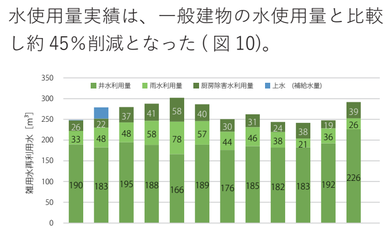


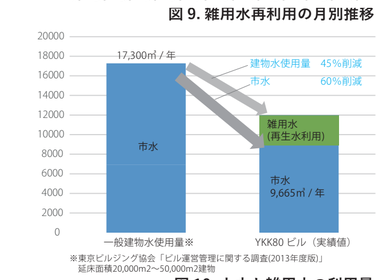
図 8. クールヒートトレンチと井戸水利用におけるエネルギー削減

3) 再生水利用と節水器具による省資源化

トイレ洗浄水及び植栽灌水に使用する雑用水の水源は、雨水、井戸水、厨房排水、空調ドレン水とした。これにより雑用水のほぼ 100％を再生水で賄うことができた (図 9)。

大便器は一般オフィスにおける節水型 (洗浄水量：6L) よりもさらに小さな洗浄水量：3.8L の大便器を採用した。この 3.8L 型大便器は家庭用としてリリースされた製品であり、計画当初は多連結設置での採用はなかった。そこで本建物では、綿密な試験を実施し、汚物流下の課題をクリアして採用に至った経緯がある。また、手洗い自動水栓については、衛生面に配慮しながら適切な手洗時間の目安となると共に、無駄に水を流し続けることがないよう、14 秒オートストップ型を採用した。これらの取り組みにより、昨年 1 年間の建物水使用量実績は、一般建物の水使用量と比較し約 45％削減となった (図 10)。

図 9. 雑用水再利用の月別推移



※東京ビルジング協会「ビル運営管理に関する調査(2013年度版)」
延床面積20,000m2～50,000m2建物

図 10. 上水と雑用水の利用量

設計・施工・運用の各段階での一貫した性能検証と評価の実施

様々な技術は、設計でのシミュレーション、施工でのモックアップ、運用での性能検証にて検証され、意図された快適性、省エネが確実に実現することを確認してきた (既出表 1)。

2016 年度の 1 年間の月別省エネルギー効果を (図 11) に示す。盛夏に注目すると、WEB プログラム基準「庇なし , 単板ガラス , ブラインド有り」と比べ、日射遮蔽による負荷削減効果が大きい。次いで室内温度緩和効果が大きく、これは微気流併用放射空調によって夏期に快適性を保ったまま 27 ～ 28°Cへの設定緩和を実現し、冬期にはチルドビームの温風運用でペリメータ負荷を効率よく処理した結果といえる。更に熱源からの供給水温は、冷水還 17°C / 往 13°C、温水還 37.5°C / 往 45°Cとしたヒートポンプ熱源の効率向上も計上されている。また、ファンインバータ効果が中間期に多く計上され、外気冷房時の省エネルギー効果が確認された。

一次エネルギー消費量の実績値は 960[MJ/ ㎡年] となった (図 12)。この値は東京都省エネカルテ (平成 26 年公表) 事務所統計値比 63% 削減に相当する。また、東京都が 2009 年度実績をもとに公表) している延床面積 10,000 ㎡以上の業務ビルの中で、エネルギー消費量が少ない建物の上位 0.9% に位置付けられた (図 13)。また、運用段階でのアンケートでは、省エネと快適性とのバランス、空調環境と光環境における執務効率向上に対し、高い評価が得られた (図 14)。

図 11. 省エネルギー技術効果の内訳

図 12. 一次エネルギー消費量の統計値と実績の比較

図 13. 本建物のエネルギー消費量の位置づけ

図 14. 運用段階におけるアンケート

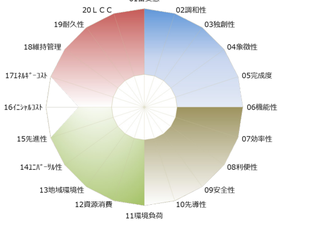
建物概要

建築主：YKK 不動産
設計者：日建設計
施工者：鹿島・戸田・大和ハウス工業建設共同企業体
(空調) 東洋熱工業 (衛生) 九電工 (電気) きんでん
所在地　：東京都千代田区神田和泉町 1
主体構造：RC 造、免震構造、CFT
階　数　：地上 10 階、地下 2 階
延べ面積：20,919.85 ㎡
竣工年月：2015 年 6 月

環境性能評価　環境ラベリング

LEED-CS (v.2009)	→	PLATINUM (91pt)
ASHRAE Technology Award	→	First Place
BELS	→	5★
CASBEE(2014, 自己評価)	→	S　(BEE=5.7)

環境・設備デザイン　レーダーチャート



＊1 ©Rainer Viertlböck
＊2 © 鈴木研一
＊3 ©Forward Stroke

環境・設備デザイン評価表

A.感性軸（造形）Form	01審美感		○	2
	02調和性	☆	○	2
	03独創性	☆	○	2
	04象徴性		○	2
	05完成度	☆	○	2
B.機能軸（技術）Technology	06機能性		○	2
	07効率性		○	2
	08利便性	☆	○	2
	09安全性		○	2
	10先導性	☆	○	2
C.社会軸（環境）Environment	11環境負荷	☆	○	2
	12資源消費	☆	○	2
	13地域環境性		○	2
	14ﾗｲﾌｻｲｸﾙ性		○	2
	15先進性	☆	○	2
D.経済軸（LCC）Life Cycle Cost	16ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄ		○	1
	17ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄ	☆	○	2
	18維持管理	☆	○	2
	19耐久性		○	2
	20ＬＣＣ	☆	○	2