「ムラのある環境」における 執務者の行動変容 | 日建設計 大阪ワークプレイス

Decarbonization of Existing Offices: Energy saving while improving office worker satisfaction through Environmental Variability
Nikken Sekkei Osaka Workplace

In Nikken Sekkei Osaka workplace, the prospective tenant and the office owner held numerous discussions to align their awareness of decarbonization and potential strategies that might be able to be employed. As a result, it became clear that there were owner action's and tenant action's that could contribute to reduced energy use while improving occupant comfort and productivity.
Through the application of natural ventilation and worker location technology with building systems controls, workers are encouraged to change their location based on their desired work environment. Environmental variability and worker's freedom to choose are key strategies in this case.
The results indicate that a comfortable workplace environment, that does not rely strictly on air conditioning, where workers can choose their preferred thermal, visual and noise level environment can be created—while reducing energy use and carbon.Energy reductions were half below standard office after 1year passed since relocation.
The application of this approach more broadly across existing office buildings may provide a framework for owner-tenant lease arrangements and successful design solutions for decarbonization.

©Akira. Ito. aifoto

本計画の特徴と「ムラのある環境」ができるまでの背景

■日建設計大阪ワークプレイスの特徴

2023 年 5 月、日建設計大阪オフィスは移転リニューアルしました。入居先は大阪市中心部に位置する築 20 年のテナントオフィスビルで、各階約 1,500m^2 の執務空間が、5~8 階の 4 つのフロアに展開しています。

●アクティビティに応じたフロアスタッキング

部署で執務空間を分けるのではなく、役員以下ほぼすべての社員がフリーアドレスとなり、4 つのコミュニケーションテーマに応じたフロアを跨ぎ全部門混合で ABW（Activity Based Working）を実践しています。

●働きながら社会課題解決を率先して行う実験の場

ありふれたビルディングタイプでありながら難しいテナントビルの脱炭素化といった社会課題に対し、「ムラのある環境」などの実験的な取り組みを実施し、社会に新たな価値を届けるオフィスを目指しています。


6F LAB（デジタルツールを介したコミュニケーション）


8F SALON（社内外の人と人を介したコミュニケーション）

5F BOTTEGA（スケッチや模型を介したコミュニケーション）

7F LIBRARY（図書・雑誌・カタログを介したコミュニケーション）

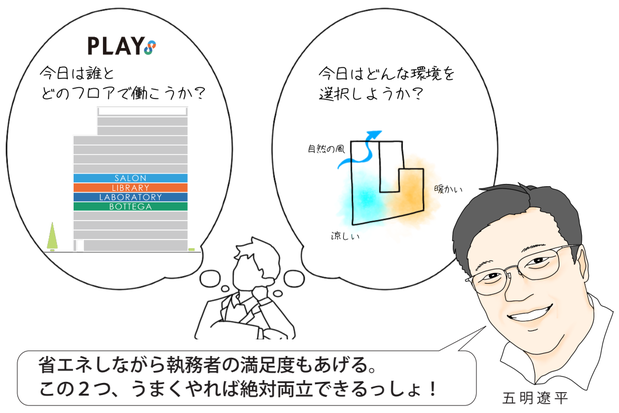
©Akira. Ito. aifoto

■均一な環境の保障からムラのある環境へシフト

●フリーアドレスだから、場所選択と環境選択の両立が可能

ABW の全面採用により、執務者はその日の仕事内容、気分、一緒に働く人など、様々な理由から自由に場所選択を行うことができるようになりました。そこで、これまでのように空調や照明を執務空間全体に均一に制御するのではなく、むしろ設定の工夫や自然換気の活用で多様な環境を設け、適切に執務者に対し環境情報の提供やナッジを与えることで、ムラが生じた環境そのものが執務者の場所選択の理由となりうると考えました。

この「ムラのある環境」を適切に実施することができれば、執務者の満足度や生産性向上を図りながら、空調や照明のエネルギー消費を抑え、脱炭素へ貢献できるのではないかと予想し、入居開始後より、様々なパターンでの実験を開始することにしました。



■オーナーとテナントの協力および IoT の活用により、築 20 年のテナントビルの脱炭素化を推進

●オーナーとテナントの脱炭素に向けた協力

入居にあたり、ビルオーナーと協議を重ね、脱炭素に向けたビル設備（外気取入れ・窓・共用部）の一部改修と、テナントは脱炭素を意識したオフィス運用を行い、ともに協力していくことを確認しました。

●自然換気窓の増設（オーナー）

オーナーはメインファサードの側窓を開閉可能な押出し窓に改修しました。既設の自然換気スリットのみの場合と比較して、検証により換気効率が 4 倍程度高まることが確認されました。

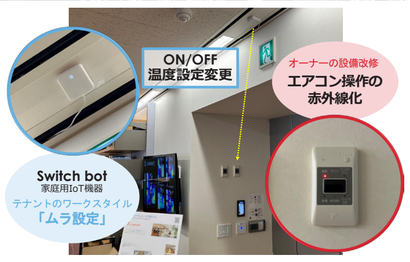






●オーナーのビルエアコンの赤外線リモコン化とテナントの赤外線通信デバイス (SwichBot) の活用による空調制御

必ずしも高価なデバイスや、最新技術ばかりではなく、昔からある赤外線技術とホーム IoT デバイスを用いました。テナントのワークスタイルに合わせてビルの空調設備を自由に操作でき、ムラのある環境というこのオフィス（テナント）の働き方と組み合わせた環境コンセプトを実現します。



「ムラのある環境」の実施と行動変容

■冷房ピーク時のムラ空調の実施と執務者の行動変容（2023 年夏）

●緩和（西）からしっかり空調（東）までグラデーショナルな空調温度設定を実施

各階 7 台 (テナント区画ごと) ある床吹出エアコンの室内機に設けられた床吹出 PAC エアコンの設定を工夫し、緩和エリアからしっかり空調エリアまで、U の字型の一つながりのオフィス内のなかでムラのある環境を実現しました。

●「移動なし族」よりも「移動あり族」が熱環境に敏感、緩和エリアは移動が活発

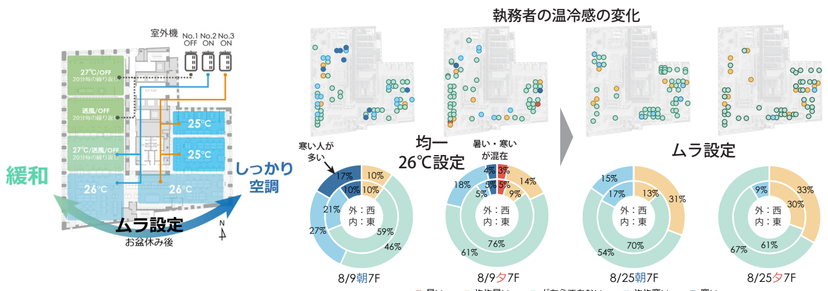
移動の有無を追いかけた調査からは、エリアを跨ぎ場所を変更する人の方が、熱環境の変化に敏感であることがわかりました。また、緩和エリアは人の移動が活発であり、しっかり空調エリアは人が定着する傾向が見られました。

●執務者の移動がみられ、全体としては極端な暑い・寒いといった申告がなくなった

執務者に対して行った 5 段階（暑い～寒い）の温冷感申告に関し、ムラ設定下では、暑がりの執務者がしっかり空調エリア（東側）へ移動するなどの、環境選択がなされたことなどから、暑い or 寒いと言った申告がなくなり、申告が中立側に移行しました。

●ピーク時に 30%程度の省エネを実現

23 年夏のお盆休み前 (均一 26℃設定) と後 (ムラ設定) を比較すると、3 系統のビルマル地エアコンの内、北東系統が停止するなどの理由から、比較すると平均して 30% の空調エネルギーの削減ができました。



■自然換気の最大活用と窓操作行動の促進（2024 年春・秋）

●水平換気による生じる温度ムラ

大きなオフィスで水平換気を行う場合、風が流入する窓の近くは適切な室内温度となる一方、風の出口となる窓の近くは室内の熱気が流れてくるため暑くなる場合があります。また、外部風速が小さい場合、十分な換気量が得られず、自然換気による冷却効果が十分に得られない場合があります。

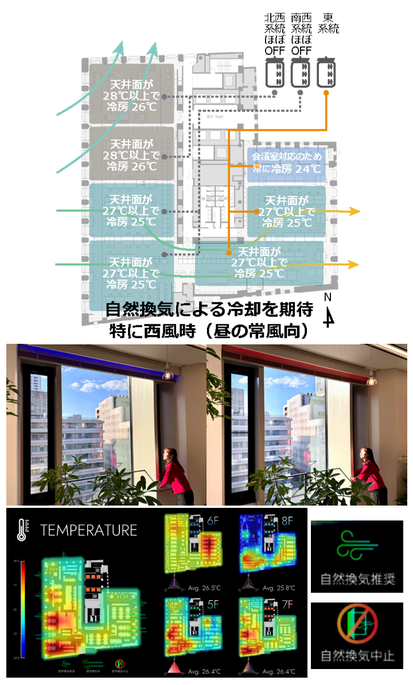
●最大限自然換気を活用しながら、IoT 活用による空調併用判断で自然風の不確実性を補う

このオフィスでは、これらの水平換気の欠点を補うため、天井に設けた温度センサーの値を元に、ゾーンごとに冷房の ON/OFF の判断を一定時間ごとに行い、自然換気による冷却効果を最大限活用し省エネを行いながら、極端に環境が悪化する場合は空調を併用する制御を行い、快適な執務環境の実現を両立させています。

これらの制御により､24 年 5 月は 23 年同月 (自然換気なし) と比較し 30%、室内機の消費電力量は半減させることができました。

●自然換気ランプ・サイネージの活用

窓開閉の有効度を視覚的に伝えるため、自然換気に使用する押出し窓の上部のブラインドボックスにテープライトを設置し、色による変化で執務者の自然換気窓の操作（開ける･閉める･注意など）を促しています。また、サイネージに自然換気の有効度や温度ムラを表示しました。



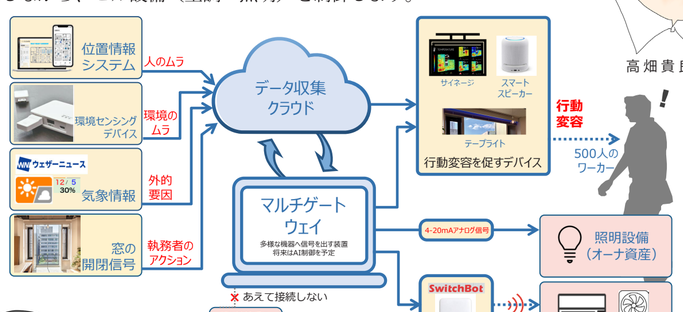
■テナントオフィスの IoT 化で行動変容促進とムラのある環境を実現

何で家庭用の IoT デバイスがこれほど進化してる時代に、ことオフィスとなると途端にハードルあがんの？



●メンバーの素朴な疑問から考えた、テナントオフィスの IoT 化

位置情報やセンシングデバイス、外部の気象情報などをクラウドに収集し、ワーカーの行動変容を促すデバイスに繋ぎます。また、一部家庭用機器も使用しながら、ビル設備（空調・照明）を制御します。





あえてビルの基幹系に接続しないところが、テナントでできる IoT 活用のポイントやね！

●ビルのセキュリティーとテナントの IoT 活用の自由度を考えて

この取組みではビルの自動制御系とは直接接続しない設計とし、建物本体や他テナント間とのセキュリティー確保と、テナント側で日進月歩の IoT デバイスを今後も組み合わせることのできる自由な環境を両立させるプラットフォームを意図しました。

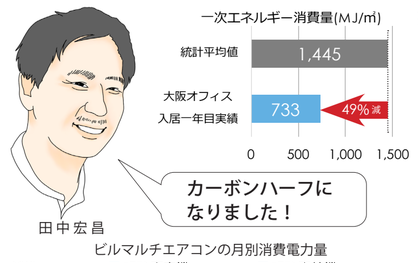
「ムラのある環境」によるオフィス全体への効果とコンセプトの深度化

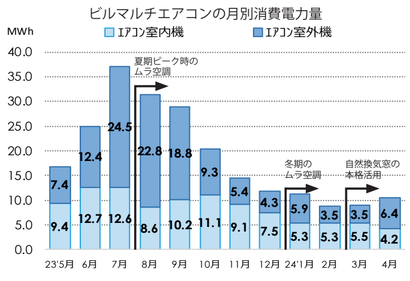
■カーボンハーフの実現

●一次エネルギー消費量を半減

入居後一年間(2023 年 5 月～ 2024 年 4 月末) の一時エネルギー消費量はコンセント使用量を除くと 733MJ/m^2 となり統計平均値※に対し半減させることができました。また、月別のエアコン消費電力量からは各季節に行ったムラ空調の効果が確認できました。

※ (社) 日本サステナブル協会 DECC データの内オフィスの平均値





■照明への応用（キャンドル照明）と将来展望

●１人 100lx、人が集まることで照度があがる残業時間帯の省エネ

定時以降の残業時間帯にオフィス全体を均一に照らすのではなく、照明制御ゾーンごとの人数を位置情報システム（社用 iPhone の Bluetooth）から割り出し、1 人 100lx を条件に、人が集まるエリアを明るくする制御を取り入れ実験しました。これにより残業時間帯の照明エネルギーを 40% 以上削減できた他、残業をしている社員がだんだんと一か所に集まることによる一体感とセレンディピティが期待できました。

●目に見える照明と、目に見えない空調

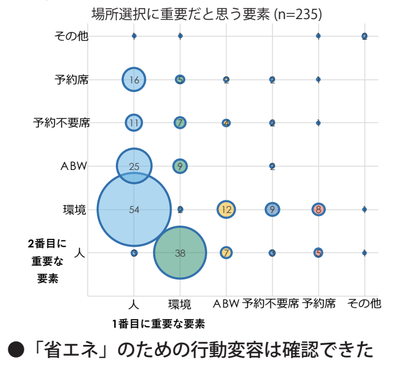
この実験では、人が移動することであまりに頻繁に照度が変わると執務者が違和感を感じてしまうため、移動の検知と照度変更間隔の設定に苦心しました。光環境のムラは視環境の変化に直結するため、空調の変化よりも感知されやすい傾向にあります。そのため、エネルギー削減効果の高い空調設定の変化を照明制御と組み合わせ、執務者にナッジを与えてより行動変容を促すなど、組合せでよりよい効果を発揮すると考えています。



■豊かな「ムラのある環境」とは？ 省エネの次を考える

●「人」と「環境」で場所選択を行う

執務者に対し、場所選択をする起因となる要素を 2 つ回答してもらう調査を行いました。共に働く仲間（プロジェクトチーム、先輩･後輩…）である「人」という要素と同じくらいに「環境」が重視されているという結果が明らかになりました。



●「省エネ」のための行動変容は確認できた

これまでの調査から、夏期ピーク時に暑がりの人を空調されているエリアに寄せたり、中間期の冷房開始判断の閾値を高めに設定することで、執務者の自然換気窓解放を促すといった、省エネを意識した行動変容を、執務者の満足度を損なわず起こすことに成功しました。

● ABW の特徴と環境のムラの最適解を目指して

では、満足度を維持ではなく、より高め、ひいてはワークエンゲージメント自体を高める環境のムラとは一体どんなものでしょうか？ワークショップを通して、フロアや場所、什器の特徴に応じ、各所で行っている作業内容を個々に明らかにした上で、そこにどのような環境（空気・音・光・雰囲気）が求められるのかを関連づけました。執務者が真に求めている環境の特徴から作り出される「ムラある環境」を究明し実現することで、ワークエンゲージメントの向上に寄与するのかなど、コンセプトの深度化と実験を今後も続けていきます。



ワークの特徴と環境の特徴を結びつけ、議論しながら図面にカードを貼り付ける

■環境・設備デザイン評価表

評価項目			特に重視したデザインの視点	評価項目に対する設計者のデザイン意図	自己評価 普通	優	点数	小計
					0	+ 1	+ 2	
A. 感性軸（造形）Form	01審美感			ワークプレイス自体の内装計画は石油素材を排し天然素材を主とするなどの工夫を行った		○		1
	02調和性	☆		「ムラのある環境」というコンセプトはABを主とするワークプレイス計画と調和したものである			○	2
	03独創性	☆		温熱のみならず環境要素を空間づくり（デザイン）の主要素としている点が独創的である			○	2
	04象徴性	☆		直接的なデザインではないが、サイネージのヒートマップなどに設計意図のムラが表現される			○	2
	05完成度	☆		すでに運用 1 年が経過し、様々な環境のムラを試行できており完成度は高い			○	2
B. 機能軸（技術）Technology	06機能性	☆		これまで不可能であったオーナー設備（窓・空調・照明）をテナント側から操作しており機能的である			○	2
	07効率性	☆		ゼーラ環境よりも環境多様性を実現し執務者満足度を優ちながら省エネができており効率的			○	2
	08利便性	☆		日進月歩のIoT機器を将来にわたり取り入れやすいプラットフォームを実現		○		1
	09安全性	☆		ビル基幹系の制御システムに接続しないなどセキュリティー確保に努めた			○	2
	10先導性	☆		今後のオフィス空間の在り方を環境・設備の視点から提案するものである			○	2
C. 社会軸（環境）Environment	11環境負荷	☆		カーボンハーフを達成するなど、環境負荷削減に貢献している			○	2
	12資源消費			オフィスの内装計画において新規家具の購入を行わず既存家具のアップサイクルなどを行うなどの工夫を実施			○	2
	13地域環境性			オフィスの一部は広く開放し、多数の見学者を受け入れワークプレイスの検討に役立てられている		○		1
	14ユニバーサル性	☆		制限方法やムラのある環境というコンセプトは広く他の建物でも応用可能である			○	2
	15先進性	☆		実験的要素を多数内包しており、今後もコンセプトの深度化が可能であるなど先進的である			○	2
D. 経済軸（LCC）Life Cycle Cost	16イニシャルコスト	☆		テナントビルにいながらテナントで安価に実現できる IoT 活用の仕組みを実現した			○	2
	17ランニングコスト	☆		位置情報システムやクラウド使用料等の限られたランニングコストで運用可能			○	2
	18維持管理	☆		特段複雑な維持管理はない			○	2
	19耐久性			機器はモノによって耐用年数が低いものもあるが、日々進化する IoT 機器を積極取り入れられることを優先、フレキシブルな運用ができるよう配慮した		○		1
	20ＬＣＣ	☆		空調や照明のエネルギーの削減によりLCC低減を確実に実現			○	2

