

オフィスインフラの未来予想図 ～進化するスマート技術とワークスペース～

オフィス環境設備インフラ研究部会

The Future Prediction of Office Infrastructure -Evolution of Smart Technology and Workspace- Office Environment and Facility Infrastructure Research Group

三木 光範（同志社大学 名誉教授）、福島 勇希（株式会社 イトーキ）、
土屋 茂樹（三機工業 株式会社）、井上 美樹（三機工業 株式会社）

Mitsunori MIKI、Yuki FUKUSHIMA、Shigeki TSUCHIYA、Miki INOUE

1. 未来のオフィス空間とインフラ設備

“近い将来”よりも更に先の“未来”のオフィスはどのような姿になっているのだろうかー

当研究部会では過去大会において、社会情勢や働き方の潮流の変遷、課題等を踏まえオフィスインフラの未来に関して考察を行ってきた。今大会ではそこからもう少し視点を飛躍させ、今から数十年先の世界を想像しながら、未来のオフィスとそれを構成するオフィスインフラがどのような姿になっているのか、ある種の理想とそれを実現するための課題を踏まえながら考察していきたい。

図 1 は、画像生成 AI「Stable Diffusion」にて出力した「未来のオフィス」のイメージである。



図 1 画像生成 AI 出力による未来のオフィス像

緑豊かで快適なオフィス空間や、AR・VR 技術を活用しながら人々が柔軟かつ自由に仕事をしている様子が想起される。現在でもこうした要素を持つオフィスは増加しているが、未来のオフィス空間においては自由度や選択可能な範囲がより広がり、進歩した最新技術を取り入れながらユーザー各々にとって最も効果的に業務遂行可能な環境が提供されるようになるかと予想する。

具体的に、オフィスビル自体のインフラ設備とそれ以外のインフラ設備それぞれに焦点を当てて考察したい。

まずオフィスビルについて予想するのは、インフラ設備のフレキシブルな制御やロボットとの協同・共生である。空調・照明・換気設備が各自の好みや体調、体感、その日の業務内容、時刻に合わせて最適な環境を提供することが当たり前になるだろう。この点に関しては、ユーザー自身が選択するだけでなく、ユーザーの生体情報等を AI が解析し、インフラ設備側から最適な環境を提案することもあり得る。また、ロボットによる業務代替や癒しの提供など、オフィスにおいてもロボットはより身近な存在となるだろう。ロボットフレンドリーな環境の促進により、オフィスにおける生産活動はますます創造的なものになると予想する。加えて、深刻化する環境問題やエネルギー問題に鑑みて、未来のオフィスにおいて環境配慮やエネルギーの効率利用は避けられないテーマとなっていくだろう。

オフィスビル以外に視点を向けると、例えば住宅・交通機関などより広い範囲でのインフラ設備の可能性が考えられる。現在においても、コロナ禍を契機にリモートワークやフレックスタイム制が広く浸透し、働き方は多様化しつつある。一方で、自宅等のリモート環境とオフィスでの執務環境のギャップやコミュニケーションの取りにくさが課題とされる場面は少なくない。未来の世界では、こうした時間や場所の

制約は更に取り払われ、より自由で柔軟な働き方の選択が可能になると考える。例えば、業務遂行や同僚とのコミュニケーションがオフィスで仕事をするのと遜色なく実行できるようになれば、リモートワークにおける場所や時間の可能性は更に広がるだろう。オフィスまでの通勤手段に関しても、電車やバス等の公共交通機関・自動車のみならず船や空飛ぶタクシーなど海路や空中を利用した移動手段が主流になるかもしれない。また、そうした交通インフラの中にワークスペースが組み込まれ、移動しながらでも快適に仕事ができるようになれば、ますます働き方の柔軟性は高まっていくだろう。通勤における移動手段の選択肢が広がることは、住む場所など生活に直結する要素、延いては生き方そのものをより柔軟に選択できることに繋がる。インフラ設備の発展は、広く人々にウェルビーイングの向上をもたらすことも期待できる。

2. オフィスインフラの現在地

ここまで論じてきた未来の働き方やオフィス空間およびそれを支えるインフラ設備について、現在の技術でどこまで実現可能なのだろうか。今後の具体的な展望や課題を含め、以下に事例を交えて紹介する。

① オフィス空間構築への AI の活用

近年、オフィス空間の構築に AI を活用する多くの取り組みが行われている。複数の企業が協力し、クラウドプラットフォームと AI 技術を駆使した室内環境管理システムの開発に取り組んでおり、空調や照明といったビル管理システムに AI を統合することで、効率的なエネルギー使用と作業環境の最適化が進められている。

照明制御については、最新の人感センサーやスマートフォンの位置情報を利用した取り組みが進められている。従来の赤外線センサーでは困難だった人の正確な位置把握や活動検知が可能になり、これにより人の位置に追従して照明を制御できるようになる。さらに、スマートフォンを利用した個人の好みに適した照明制御技術も導入されており、エネルギー節約と個人の快適性向上に貢献することが期待される。

また、空調管理においては、環境センサーや設備制御ネットワークとクラウド上のシステムを接続し、クラウド上のソフトウェアを通して、複数のビルや施設を一元管理し、運用データの収集と管理を効率化する取り組みが行われている。得られた膨大なデータを、AI を介して分析することで、最良の制御アルゴリズムが選択可能になり、高精度な空調制御が実施できる。このようなシステムにより、エネルギー使用の効率化と、居住者の快適性向上を実現することが期待される。

こうした AI を組み込んだ環境制御システムは、既に複数の企業によって取り組みが進められており、この分野における技術進化は今後も続くと考えられる。

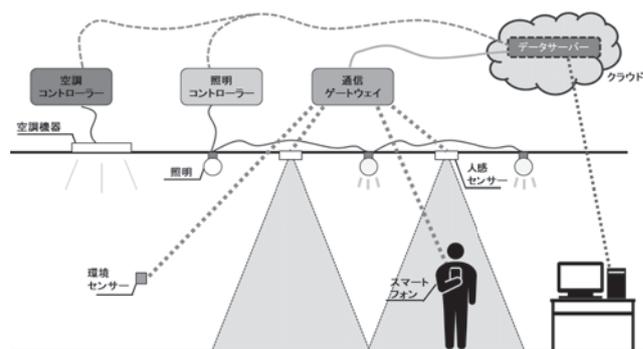


図2 オフィスインフラ設備の AI 制御イメージ

② ワークスペースの選択性の向上

近年、フリーアドレス制のオフィスが拡大している。この流れの中で、温熱感の好みや作業内容の多様性に配慮することが重要となってきており、これに対応するため、オフィス内に異なる温熱環境や作業環境を備えた複数のエリアを設けることで、省エネルギーと作業効率の向上が図られる。

具体的には、従業員がその日のタスクや個人の嗜好に応じて、最適なエリアを選択して作業する。このアプローチにより、作業効率を高めるだけでなく、不要な冷暖房の使用を削減し、エネルギー消費の抑制にもつながられる。



図3 ワークスペースの選択性イメージ

③ 換気量の制御

新型コロナウイルス対策として換気の最適化の重要性が増している中、適切な換気量を実現するための技術が開発されている。換気量を上げることでウイルス感染のリスク低減やCO₂濃度増大による健康への悪影響を軽減できるが、過度な換気は空調システムのエネルギー消費を増加させることにもつながる。この問題に対処するため、様々な取り組みが行われている。

CO₂センサーを用いた例としては、室内のCO₂濃度を測定し、濃度に応じて換気量を自動で調整する取り組みが挙げられる。また、人感センサーを用いて人の有無を検知し、空間が満室の場合には換気量を増やし、少人数または無人の場合には換気量を減らすシステムなども開発されている。

このように様々なセンサーを用いて換気量を最適化することで、エネルギー効率を改善し、健康への配慮も兼ね備えた換気システムの開発が進められている。

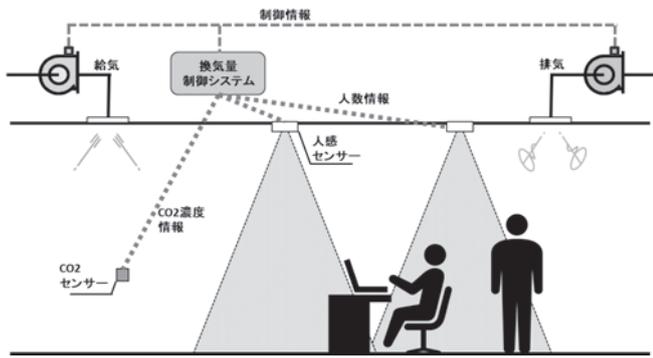


図4 換気の自動制御システムイメージ

④人の感覚への働きかけ

人の感覚に働きかけることで、快適性の向上とともに省エネルギー化を図る取り組みの一例として、HUE-HEAT効果による照明・空調連動制御システムが挙げられる。HUE-HEAT効果とは、人間の目に入る色彩（Hue）によって心理的に暖かさや涼しさ（Heat）を感じる効果のことを示す。「人は照明光が暖かい色の部屋から涼しい色の部屋に移動すると涼冷感を感じ、逆では温暖感を感じる」という、視覚と温熱感覚の相互作用（クロスモーダル）を活用し、快適性と省エネ性の両立を図る。

このシステムにおいて、利用者は目標温度を直接設定するのではなく、リモコンやスマートフォンで「涼しくしたい（涼しく）」「暖かくしたい（暖かく）」のボタンを押すことで制御を行う。例えば、「涼しく」のボタンが押された場合、室温設定を変えずに照明の色温度を高色温度に素早く変化させることにより、利用者の体感温度を下げる。一定時間後に、再度「涼しく」ボタンが押された場合には、（照明の色温度は高色温度になっているため）室温を0.5℃下げる。同時に、照明の色温度を緩慢に低色温度に変化させておき、次に「涼しく」を押された場合は色温度を高色温度に変化させる。「暖かく」が押された場合や、暖房時の制御においても、同様の概念で考えることができる。

以上のシステムにより、照明と空調の統合制御が可能となり、冷房時には室温をあげ、暖房時には室温を下げて、快適な環境を得ることが可能となり、我慢を強いる省エネではなく、快適性と省エネ性を両立させることが可能となる。

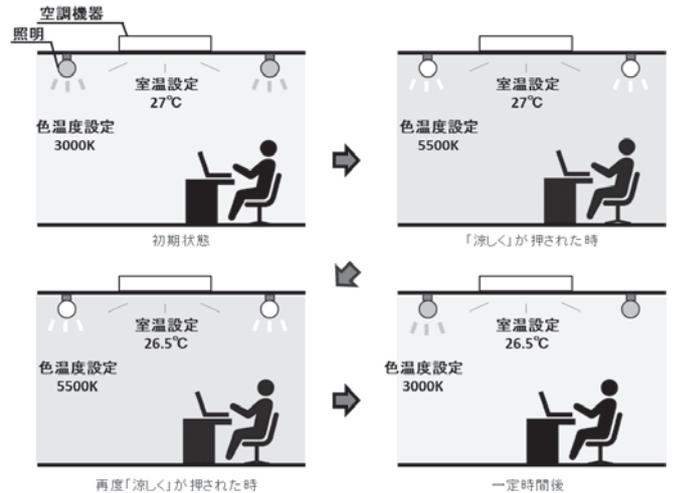


図5 HUE-HEAT 効果

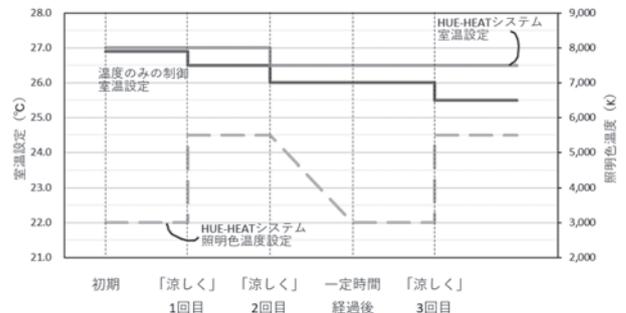


図6 HUE-HEAT による室温と照明色の相関グラフ

⑤バーチャルオフィスの現在地と可能性

未来のオフィスインフラを語る上で「バーチャルオフィス」は重要な位置付けとなる。メタバースという言葉が2021年以降よく用いられるようになった。

バーチャルオフィスについてはMeta社がメタバース（仮想現実）の世界としてリアルなオフィス環境を模した仮想空間の中でユーザーがアバターを作成し、仮想空間上での働くという世界の可能性を示した。

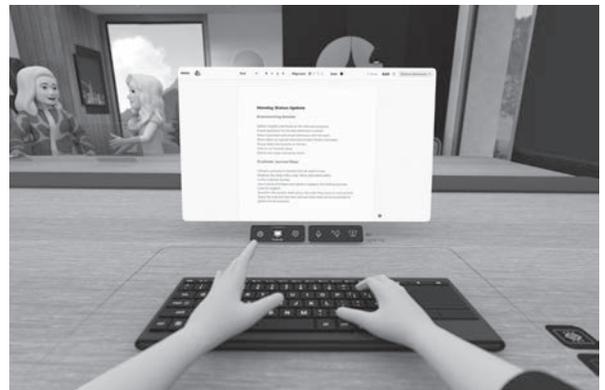


図7_VR オフィスでの作業の様子

(<https://www.the-sun.com/tech/3502098/facebook-oculus-workroom-vr-virtual-reality-mark-zuckerberg-metaverse/>)

今年 2024 年に発売された Apple 社の vision Pro はバーチャルオフィスの可能性を広げると予想できる。これまで多く見られた VR（仮想現実）ではなく、AR（拡張現実）の機能を有したプロダクトであり、作業画面以外の背景も変更が可能であるため家にいながら自然に囲まれたような視界が広がる。より没入感のある映像体験ができるようなプロダクトが生まれたため、今後リアルオフィスの映像とリンクするような世界が生まれることが考えられる。



図 8_vision Pro にて背景をヨセミテ国立公園にした様子
(<https://appleinsider.com/articles/23/11/28/take-a-first-look-at-vision-pros-3d-virtual-yosemite-environment>)

また、生成 AI によってサービスも変わり始めている。様々な企業の webVR や自社バーチャルモールを制作・運用してきた株式会社タッグ*1 は 2023 年 AI 生成空間を利用した VR サービス「AI+PLANET」を発表している。デザイナーや CG を必要とせず、誰でも VR 画像を生成することが可能という。あくまでもサイト内での VR 画像ではあるものの CG クリエイターがいなくとも作成が可能で可能性はある。



図 9_株式会社タッグの AI+PLANET サイト

また、アバターを写真から作成する AI などバーチャルオフィスと生成 AI の連携によって、リアルオフィスにはない価値が生み出され始めていると考えられる。*2AI を活用し、瞬時に VR オフィスが生成され続け、パーソナライズされたワークスペースが存在するような未来があるかもしれない。このことにより、今後働き方の自由度が上がっていく中で、リアルオフィスとバーチャルオフィスをつなげる技術はより

求められると考えられる。リアルオフィスでしか体験できない価値と同じく、「バーチャルオフィスでしか体験できない価値」が生み出されていくとき、VR オフィスにおけるオフィスインフラを考える必要性も出てくるかもしれない。

⑥ オフィステックとしての AI 活用

近年、chatGPT の誕生によって、世界中で生成 AI ブームが訪れた。Microsoft の copilot、OpenAI の chatGPT、あるいは Google の Gemini などによって多くの人々が身近に AI を活用することが可能となった。各企業にとっては、如何にして AI を業務に活用するかがこれからの時代の最重要項目であるといえる。未来のオフィスにおいては、ネットワークやセキュリティといったオフィスインフラを構成する重要な要素として AI が位置づけられると考える。各企業や業種にフォーカスした特化型 AI を活用し、業務を効率化することが可能である。

⑦ 生成 AI によるルーティン業務の効率化

メールの自動返信をする Google chrome の拡張機能*3 や会議の要約、画像生成、映像生成によって今までにはなかったイメージやアイデア出しも AI によって可能となる。例えば、動画生成 AI によって生成された映像に、音楽生成 AI によって生み出された音楽を載せて chatGPT がまとめたキャッチコピーを載せることで一つの PR 動画が完成する。誰もが特別な技能や知識を持たずとも作品を作ることができる時代になってきた。

株式会社伊藤園が 2023 年 9 月にリニューアル販売をした「お〜いお茶カテキン緑茶」の CM に生成 AI で作成された AI タレントを活用した。テレビ CM への AI タレントの活用事例としては日本初である。



図 10_実際の CM で使われた AI タレント
(<https://predge.jp/277908/>)

同製品はパッケージデザインにも画像生成 AI を活用している。商品イメージから多様なアイデアを創出し、デザインの方向性を決め、デザイナーがブラッシュアップすることでラベルのデザインが完成したという。更に、パッケージデザ

インと消費者の評価の関係性についても AI を活用して予測している。このように AI を効果的に活用していくことで、短時間でより良いデザインを生み出すことができる。

■商品デザイン用画像生成AIでデザインを生成
短期間で大量の多様なアイデアの創出が可能に。デザインの方向性を明確にします。



図 11_AI によってデザインされたパッケージ
(<https://predge.jp/277908/>)

社内システムもノーコードアプリやローコード+AI を活用することで、これまで情報システム部の管轄だった領域を現場の人間が自分たちの使いやすい形に作ることが可能である。しかし、作成者含めデジタル技術やセキュリティへの意識が全社員に必要となってくるという課題が今後生まれると考えられる。

⑧感性空間への変貌

人は環境を五感で認知している。このため、オフィスの内装に使われる材料や、そのテクスチャーなどにも多様性と最適化が必要である。特に、最近では木造ビルなども建設されるようになり、オフィスも木材が目に見える機会が増えている。木材はオフィス家具だけでなく、床材や壁面などにも多く使われるようになり、これは木材の不燃性加工技術の発展がもたらしたものである。

また、オフィス内にリアルやフェイクの植物が多く導入され、緑被率が重要な要素となってきた。これら木材や植物はオフィス内での人の癒やしに繋がり、健康増進にも役立つ。

未来のオフィスでは、石材、砂、土、流水なども環境として導入される可能性は高い。これらで人は野原や公園の中で仕事ができるような感覚を持つ。これは環境の多様性を大きく広げるだろう。

さらに、オフィスの中に、エクササイズジム器具だけでなく、滑り台、ジャングルジム、あるいはブランコなどを設置して、そこでコミュニケーションを図り、遊び心を涵養し、新たな発想に繋げることもできるだろう。もちろん、これらはバーチャルでも可能だが、やはり都心のセンターオフィスにリアルで存在することが人にとって大きな意味を持つと思われる。

⑨異なる空間との融合

オフィスがオフィスらしくなくなるという流れは過去からも続いている。オフィスの中にテントを張って、キャンプサイトのような雰囲気の中でコミュニケーションが活性化することなどはすでに行われている。これをもっと大胆に進める。すなわち、オフィスの共用部にカフェや食堂があることは当然だが、お風呂やサウナも入ってくるだろう。実際、原宿にできた東急不動産の「ハラカド」では地下に小杉湯原宿が開店し、人気を集めている。一方、足湯での会議室を作った建設企業もある。これからは、オフィスとは無縁の環境空間がオフィスと融合し、まさに働くことが人生であることに人は気付くことになり、新たな発想と、高いエンゲージメントが生まれるだろう。

3. 理想の未来と今

技術は日々進歩を重ね、今はまだ理想の域を出ないオフィスインフラが未来の世界では当たり前になっているかもしれない。しかしながら、インフラ設備はその金額や設備規模の面において、個人で導入するには大きなハードルがあるケースが多い。ゆえに、オフィスだからこそできることの価値は将来的にも失われず、センターオフィスは未来の世界でもその価値を発揮する存在であり続けると考える。

また、「各ユーザーにとって最も効果的に業務遂行可能な環境の提供」をオフィスインフラの理想としつつ、個人の好みや感じ方は千差万別である。同じ空間にいる全ての人に快適な空間を提供するためには、技術革新はもちろんだが、個々の技術を連携制御する仕組みの構築や、人間の感性に関する研究開発など技術面のみならず多岐にわたる分野の発展も合わせて必要になると考える。当研究部会では引き続きオフィスインフラ設備の最前線を探求しながら、オフィスの明るい未来の姿を模索していきたい。

*1 AI+PLANET of PLANET (tug-d.com)

<https://www.tug-d.com/planet/AI.html>

*2 無料のオンラインアバター生成 - 写真からクールなアバターを生成 | Media.io

<https://www.media.io/jp/ai-portrait/avatar-creator.html>

*3 ChatGPT Writer - Write emails, messages, and more using AI
<https://chatgptwriter.ai>