第 27 回日本オフィス学会大会 27th JOS National Convention
日本オフィス学会研究部会発表 A Report of the Study Group for JOS National Convention

共創を支えるインフラ
オフィス環境設備インフラ研究部会

Infrastructure Supporting Co-creation
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）、平井　賢一（三機工業 株式会社）
Mitsunori MIKI、Yuki FUKUSHIMA、Shigeki TSUCHIYA、Kenichi HIRAI

はじめに

いま、オフィスは大きな変化を遂げている。その変化は、歴史的な視点で見れば、オフィス 1.0 から次のようにオフィス 4.0 まで変化した。

オフィス 1.0：対向島型に配置された旧来の家具や、蛍光灯照明と均一空間での温度制御だけの空調
オフィス 2.0：ABW が主流となり、照明や空調の可変性を含め、カフェなど多様な空間ができる
オフィス 3.0：各種のセンサーと位置情報システムなどの IoT 設備の導入、データドリブンによる空間の見える化
オフィス 4.0：企業のミッションやパーパスを反映した感性に訴える空間、AI との共同作業やオフィス内で取得した各種のデータの AI 解析を元に進化する空間

こうした中で、オフィス環境設備インフラも大きな変化を遂げた。多様な空間を演出する種々の家具や植栽、調光・調色型 LED 照明器具による光環境の変化、どこでも電源や通信が得られるバッテリーや無線 LAN の導入、レイアウトを自由に変更できる家具、温度・湿度・CO2 濃度などを検知する種々のセンサー、人の在･不在や動線が分かる装置、ペーパーレスを推進するクラウド活用、そして各種の AI システムなどがオフィス環境設備インフラとして働く人たちを支援するようになった。

我々の研究部会では､こうした新たな変化を詳細に研究し、オフィス環境が働く人の業務の効率化と健康に役立つ次世代の環境設備を考えている。昨年は、オフィスと現場のコミュニケーションを促進し、さらにはオフィスと現場の一体感を高め、それらの融合を目指す環境設備を考えた。それは、オフィスの現場化であり、現場のオフィス化であった。

今年度は、オフィスでの業務の高度化、すなわちイノベーションを誘発する環境とは何かを考えている。日本企業の生産性は欧米と比べて低く、それが円安となって現れている。現場での生産性は高いがオフィスでの生産性は低い。これを改善するには働き方の改善が重要であり、それを支えるのがオフィス環境設備インフラである。

イノベーション創出のためには社内・社外の人とのコミュニケーションによる共創が最大のポイントであり、オープンな環境で技術や考え方が異なる人とのコミュニケーション、さらには、AI データ解析による空間の進化も重要となる。

このような観点から、今年度は共創が起きやすいオフィス環境設備インフラとは何かを研究している。本稿はその一端を示すものである。関係諸氏と多くの議論ができることを願っている。

1. オフィス環境設備インフラとは

最初に我々の研究部会が調査・研究の対象としている「オフィス環境設備インフラ」について明らかにしておく。

従来、オフィス環境設備インフラと言えば、オフィスの主要かつ基本的な設備である照明システムと空調システムを指すものであった。しかし、時代や技術の変遷を経て、近年では、それらの設備に加えて、企業内の通信・コンピュータなどの ICT 関連設備というハードウェアだけで無く、それらを動かすソフトウェアも環境設備となっている。さらに近年では、オフィスフロア各エリアにおける温度・湿度・CO2 濃度・風速・風量・風向・や照明の照度・色温度、さらにはカメラで得られる人の顔認識やブルートゥースなどを利用した人の位置情報検知システムなど、多くのセンサーや類似機器が環境設備となっている。

一方、AI（人工知能システム）も各企業で重要な位置を占めるようになり、働く人が AI と共に共同作業を行って、仕事の効率化を進めている。さらに上で述べた多くのセンサーから得られる膨大なデータを AI が解析し、オフィスに関するあらゆるものが可視化され、オフィスの進化に AI は

不可欠な設備環境となりつつある。

これらを考えると、オフィス環境設備インフラとは、今では照明設備・空調設備・ICT 環境設備・センサーシステム、AI システムなどを指すと思われる。さらに、照明設備や空調設備なども、技術の発展により、照明の個別制御や調光・調色などの制御、空調の温度・湿度・CO2 濃度の各エリアでの分散制御などの各種制御ができるようになり、これらすべてが働く人たちの環境設備となっていることが分かる。

オフィス環境設備インフラのこうした拡張や変遷は、他の多くの分野でも同様である。一言で言えば「重厚長大から軽薄短小へ」、「ハードからソフトへ」、「アナログからデジタルへ」の流れである。たとえば自動車では、アクセルやブレーキなどが機械的直接駆動から電気的ソフトウェア駆動に変わり、速度メーターもアナログからデジタルに変わった。アナログ表示の速度メーターもあるが、中身はデジタルである。さらに、外が暗くなると自動的に明るさを感知してヘッドライトなどが点灯するようになった。

このように、オフィス環境設備インフラは、働く人を取りまく新たな環境設備として生まれ変わった。こうした新たな環境設備は柔軟性があり、適応性があり、いわば働く人に優しい環境である。だからこそ、その環境設備の中で働く人が、それを自覚し、より積極的に価値の高い仕事を進める努力が必要となる。そうしないと、自分の成長もなくなり、向上心が高い人との差が拡大し、二極化が生じる。新たな環境設備を自律的に活用し、新たな価値を創造し続けなければならない。

仕事における新たな価値、それは集中とリラックスから生まれる創造性や、向上心が高い他の人とのコミュニケーションによる共創などから生み出される社会的ソリューション、すなわち社会の課題を解決する製品やサービスだろう。

我々は、オフィス環境設備インフラが、このような高い機能を持ち、オフィスの中で働く人の脳と感情に共鳴する新たな空間として生まれ変わることを期待している。このため、この研究では、次の階層構造を考える。すなわち、土台としての物理的環境設備、その上に人の知性を増幅させるデジタル環境、そして最上位に新たな価値を創造する共創空間があるとする。そこで、次の章では共創について考える。

2. 共創の定義と必要性

本研究が定義する「共創」とは、役割分担による共同作業や関係者間の打合せではなく、異なる専門性や背景を持つ個人が偶発的に、あるいは意図的な目的を持って交わり、各自の持つ知識やアイデアを持ち寄り、対話を通じて互いの知見を交差させることで、一人では決して辿り着けなかった全く新しい価値や答えを導き出す動的プロセスである。就業場所の分散化が前提となった現代において、あえてコストを払って物理空間へ集まる真の動機こそがこの共創にあり、それはオフィスという場が社会的に存在し続けるための根源的な意義（必要性）そのものである。

この共創を引き出す鍵が、我々が研究する照明、空調、LAN、ICT、AI といった環境設備インフラが、人間の「行動・知覚」だけでなく、思考の深さや対話の意欲といった「心理的・精神的な状態」にまで与える直接的な影響力である。共創は精神論ではない。人間は、作業や対話に必要な「適切な照度の確保と意図的な配光（照明）」、脳の認知疲労をリセットする換気や「思考を妨げない快適な温湿度制御（空調）」、快適な業務に不可欠な「遅延や通信切断のない安定したネットワーク環境と直感的な情報共有ツール（ICT）」、そして「多様なセンサーや位置情報から得られる膨大なデータを高度に解析する基盤（AI）」が、実際の行動特性に寄り添って機能して初めて、自己の知の殻を破り、他者との深い相互作用へと導かれる。

したがって、これからの環境設備は、従来の「環境維持のための標準的なファシリティ基盤」の役割を引き継ぎながらも、社員同士の意識を物理空間とデジタル画面の双方で途切れなく結合する「シームレスなワークプレイス環境」へ進化を遂げる必要がある。快適な環境設計で人の移動や滞留を促す空間設備が出会のきっかけとなり、情報ネットワークが対話の場を遅延なく繋ぐ。この設備インフラの確かな連動が実現して初めて、オフィスは定型業務をこなすだけの均一的な就業空間から脱却し、働く人と環境設備が相互に刺激し合いながら、新たな価値を自律的に生み出し続ける生きた基盤となる。この「自律性」を具現化するため、物理的な「ハード」の環境設計と目に見えない通信技術の「デジタル（ソフト）」が、いかなる接点で重なり合い、一体となって機能しているかを具体的に検証していかねばならない。

3. ハードとデジタルとの重なり / カルチャーとの重なり

3-1. オフィスインフラにおける考え方と 2 つの構成要素

近年、知識創造やオープンイノベーションを目的とした「共創空間」としてのオフィスの役割が再定義されている。これに伴い、オフィスを支えるインフラストラクチャの捉え方自体にも大きなパラダイムシフトが起きている。

従来のオフィス設計における一般的な認識は、「カルチャー（企業文化・制度）という土台があり、その上に物理的な空間（ハードウェア）が構築され、さらにその最上層に IT ツール（デジタル）が追加される」という、各要素が独立した『積層型の階層構造』であった。そこでは、ハードウェアとデジタルはそれぞれ個別に最適化される流通インフラに過ぎなかった。

しかし、現代のハイブリッドワークや複雑化した共創環境においては、これらの境界は消滅し、ハードウェア（物理）とデジタル（情報）は独立した関係ではなく、双方向に対話・連動し合う『密結合なひとつのシステム』へと進化している。

本研究では、この不可分となった 2 つのインフラレイヤーの相互作用が、共創に与える影響を分析する。

- ハードウェア（物理）インフラ: 可変式家具や動線設計、マグネットスペース（オープンキッチン等）の配置を指す。これらは物理的な遭遇率の向上を促し、対話における距離的ハードルを下げる空間的基盤となるが、現代においては「デジタルによって動的に意味付けされる空間」として再定義される。
- デジタル（情報）インフラ：位置情報アプリケーションや大型デジタルホワイトボード、常時接続ツールなどを指す。単に遠隔地を繋ぐ道具ではなく、「物理空間におけるワーカーの行動を検知し、空間の使われ方をリアルタイムに制御・ナビゲートする役割」へと拡張されている。



図 1 オフィスを支えるインフラのパラダイムシフト

3-2. 共創の対象（社内・社外）に応じたインフラの機能変容

オフィスインフラを考える上で、対象とする共創の性質が「社内（部署間コラボレーション）」であるか、あるいは「社外（オープンイノベーション）」であるかによって、各インフラのレイヤーに求められる重心や役割が異なると考えられる。

(1) 社内コラボレーションにおけるインフラ機能

一例として社内共創における課題に「組織のサイロ化（縦割り）の解消」がある。 物理および情報インフラの連携においては、社員の現在地情報をデジタル上で可視化し、偶然のすれ違いから突発的な議論へ滑り込ませるような動線アシストが有効となる。位置情報から得られた近接性をトリガーとし、近くの可変式ミーティングスペースを活用したゲリラ的なブレストを生む構造が求められる。また、センサーデータ等から部門間の滞留・交流度合いを可視化し、空間レイアウトの最適化(マグネットスペースの配置変更など)へフィードバックするアプローチも挙げられる。

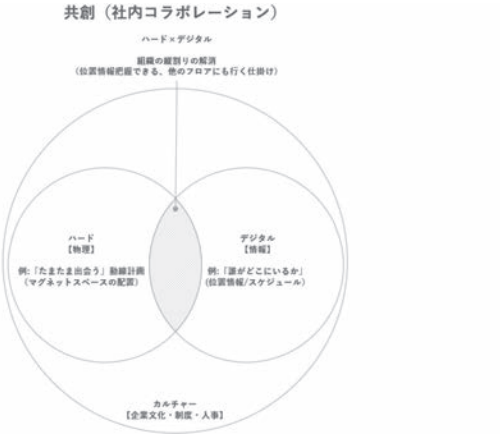


図 2 社内コラボレーションにおけるインフラ

(2) 社外オープンイノベーションにおけるインフラ機能

社外共創における課題として「距離や組織の壁を越えたエコシステムの構築」と「機密保持との両立」がある。 物理インフラには、外部パートナーを呼び込むための高いオープン性（街に開かれたカフェやラボスペース等）が求められる一方、デジタル面ではセキュアなゲスト用ネットワークや厳密なアクセス権限管理が不可欠となり、オープン性とセキュリティの高次元な両立が要求される。また、外部パートナーとのリアルタイムな共同作業を支えるため、遠隔地からでも同一のバーチャルキャンバスに書き込めるような、高度な情報共有インフラの常設が鍵となる。

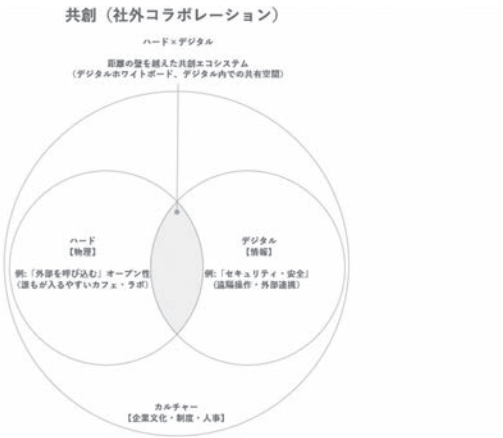


図 3 社外オープンイノベーションにおけるインフラ

以上のように現代の共創オフィスインフラは、単に「おしゃれな可変家具（ハードウェア）」を導入する、あるいは「Web 会議ツール（デジタル）」を用意する、といった個別最適では機能せず、ハードとデジタルが重なることが重要であると考えられる。

3-3. インフラの機能への AI 支援の可能性

また、これらの重なりの効果を最大化するためには、AI

を用いた支援が有効であると考えられる。主なアプローチとして、「設計段階における AI の活用（データに基づく動線設計）」と「運用段階における AI の活用（空間の動的最適化）」が挙げられる。

データに基づく動線設計の点では、設計段階において AI を活用したシミュレーションを行うことで、一見偶然に見える人と人との接触が生まれやすい場所や状況を、データに基づき意図的に設計する手法が考えられる。一方、空間の動的最適化の点では、AI による人流・行動解析を用い、マグネットポイントを固定的な配置から利用状況に応じて動的に変化させる設計手法が考えられる。ここでいうマグネットポイントとは、人々の滞留や交流を自然に誘発する空間的拠点を指す。これにより、空間を「静的な箱」から、利用者の行動を学習し共創を誘発する「動的なパートナー」へと変容させることが可能となる。利用者の行動データを継続的に蓄積・反映することで、空間自体が共創を支援する能動的な存在となるのである。このように AI を戦略的に組み合わせることで、共創をより一層加速させることが可能になると考えられる。

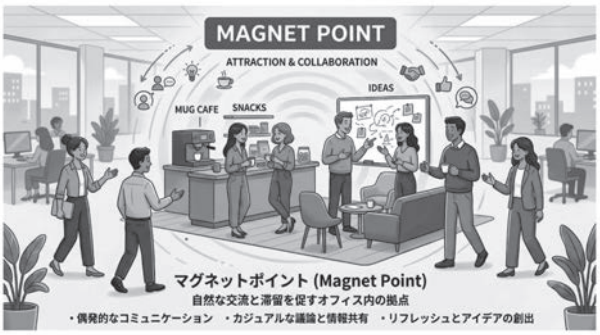


図 4 マグネットポイントイメージ（生成 AI にて作成）

4. 共創オフィスインフラの先進事例分析

共創オフィスインフラの具体的な実装形態を明らかにするため、国内の先進的な事例について、ハードウェア（物理）およびデジタル（情報）インフラ、AI を用いた支援の観点で整理した。

(1) 物理×デジタルの融合インフラモデル：コクヨ「THE CAMPUS」

文具・オフィス家具の大手コクヨが展開する「THE CAMPUS」（東京・品川）は、自社オフィスを「実験場」として街に開放したオープンイノベーションの代表例である。ハードウェアインフラの観点では、建物の 1 階や中庭を地域住民や社外パートナーへパブリックエリアとして全面開放し、偶然の出会いや知的対流を生み出す物理的動線が設計されている。



図 5 地域住民が集まるパブリックエリア
（出典：THE CAMPUS ｜事例｜空間｜コクヨ）

デジタルインフラの観点では、館内の各エリアに多数の IoT センサーが配置されており、人の移動履歴や「どのエリアで共創行動が起きやすいか」といった滞留データをリアルタイムで収集・データ化している。

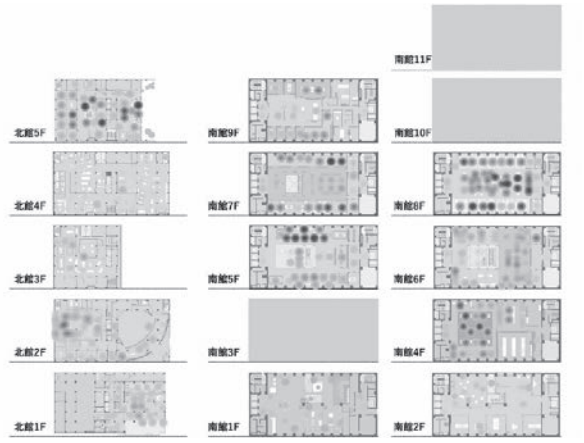


図 6 ビーコンを用いた、社員のオフィス内での居場所の見える化
（出典：THE CAMPUS ｜事例｜空間｜コクヨ）

(2) 活動基準型ワークプレイス（ABW）の実証モデル:イトーキ「ITOKI DESIGN HOUSE 東京」

株式会社イトーキの「ITOKI DESIGN HOUSE 東京」は、ワーカーの「活動（Activity）」に基づいて最適な場所を選択する ABW の思想を、オフィスインフラの視点からシステム化した事例である。

ハードウェアインフラの観点では、チームで集まる場を、固定的な造作ではなく家具で構成することで、今後の組織変更や働き方の変化に対応しやすくするとともに、データに基づいた機能変更を用意にしている。



図 7 チームで集まる場を家具で構成
（出典：イトーキ、従業員数 1.5 倍、1 人あたり面積 35%減でも成果につながる本社オフィスへ刷新 | 株式会社イトーキのプレスリリース）

デジタルインフラの観点では、座席予約システムや位置情報センサーを導入し、オフィス全体の稼働状況や「誰がどの空間を選択して共創しているか」をリアルタイムにデータ化し、最適なオフィスでのチューンナップを用意にしている。

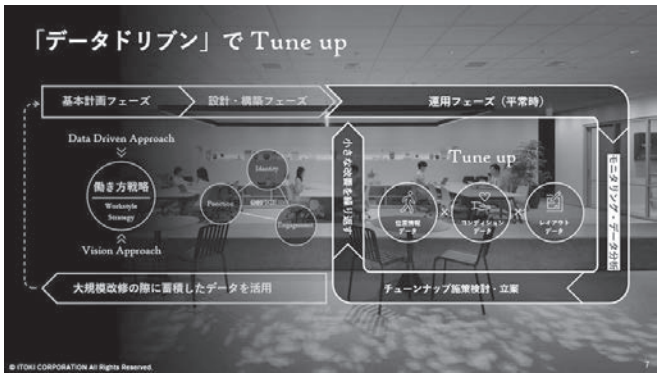


図 8 データの蓄積によるチューンナップ
（出典：イトーキ、従業員数 1.5 倍、1 人あたり面積 35%減でも成果につながる本社オフィスへ刷新 | 株式会社イトーキのプレスリリース）

また、イトーキは「ITOKI OFFICE DEVICES」と開発、ボックス型やチェア専用型のデバイスでオフィス内の空間や家具そのものをデータ取得の接点へと進化させた。会議室やソロ席、チーム席などのオフィスのさまざまなリソースの利用実態を AI が取得、ラベル表示などを通じて可視化するだけでなくフィードバックに基づいて調整し、限られたオフィス空間の有効活用と運用改善を支援できる仕組みを開発し ITOKI DESIGN HOUSE 東京 12F にて実装している。

このようにオフィス環境のハードとデジタル（予約システム等）の重なりに対して AI が活用した事例は出てきていることがわかる。

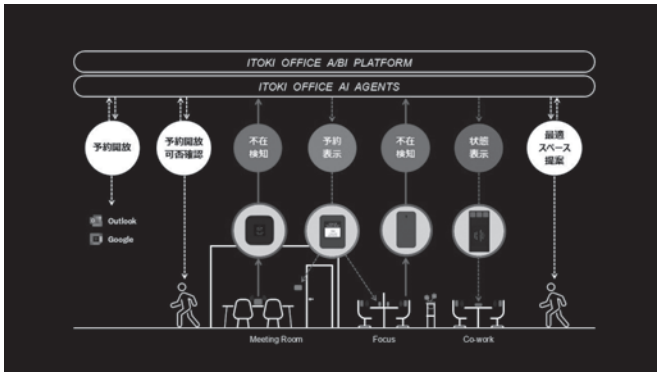


図 9 ITOKI OFFICE DEVICES を用いた運用改善
（出典：イトーキ、AI エージェントとの連携でオフィス運用を最適化する「ITOKI OFFICE DEVICES」を開発 | 株式会社イトーキのプレスリリース）

(3) 設計段階における人流可視化：清水建設「Shimz DDE Pedex+」

設計段階における事例として、清水建設により実用化された「Shimz DDE Pedex+」が挙げられる。これは、設計初期段階から設計者自身が人流解析を行うことができるツールであり、3 次元モデルを用いて歩行者の動きをリアルに再現・可視化する技術である。こうした設計段階での人流の可視化は、設計者と顧客間でのデータ共有を通じて合意形成を円滑にし、共創を促す空間設計の最適化に寄与する可能性がある。



図 10 設計段階における人流可視化
（出典：設計の初期段階で大規模集客施設の人流を予測・見える化 | 企業情報 | 清水建設）

(4) 運用段階での人流解析：インテージテクノスフィア「Label Note」

運用段階における事例として、株式会社インテージテクノスフィアにおいて開発された AI 解析ソリューション「Label Note」を用いた「広域な人流解析」技術が挙げられる。これは複数台のカメラ間で同一人物をマッチングし、施設内の動線や滞在時間を可視化する技術である。このような利用実態の可視化技術をオフィス環境改善に用いることで、人と人

との偶発的な接触機会を増加させることが可能になる。



図 11 施設内の動線や滞在時間の可視化
（出典：高精度な AI カメラによるデータの活用をトータル支援 | Label Note | 株式会社インテージテクノスフィア）

しかし、これらの AI を用いた人流解析技術は、現時点では商業施設や公共空間への適用が中心であり、イトーキのような開発元の自社での事例はあるものの、実際のオフィス環境へ導入された事例は少ない。加えて、ハード面と AI 面のみで構成された空間設計では、心理的安全性の確保の面に与える影響は少なく、利用者の行動変容や組織的な共創を十分に引き出すことは困難であると考えられる。以上のことから、ハード・デジタルの各層に加え、組織文化の醸成という側面も含めた包括的なインフラとして、共創環境を捉え直すことが求められる。

5. 今後の展望（人的資本を成果へ繋げる「価値創造のインフラ」へ）

これまでの議論とともに、新たな視点を加えて、オフィス環境設備インフラの今後の展望をのべる。

(1) 照明・空調・内装などの可変性を基本に、働く人が共創しやすい環境・空間を演出

共創的会議室を設け、ブレインストーミングなどアイデア出しの場面では低照度･低色温度の照明環境で創発を誘起し、空調は脳の活動を促進するやや暖かめの設定にすることが有効である。リラックスのための雑談エリアでも、同様の環境設定としつつ、雑談を促進させる飲み物の提供や雑談エリアから周囲への音漏れを抑制する防音用パーティションの設置などが求められる。一方、共創的プレゼンエリアでは、プレゼンの視認性を高めつつディスカッションを誘発するために低照度・低色温度の照明環境とし、空調はやや涼しくすることで、多人数が寄り添いやすい環境とする。ただし、ディスカッションの時間では高照度・低色温度の照明環境に切り替えることが最適である。

(2) 集中と弛緩の環境・空間を確保

共創の前後には、一人で集中する時間が必要であり、集中は長くは続かないため、集中の間に弛緩が必要となる。

弛緩の面においては、カフェエリア内の植栽・アート、窓から植栽や空が見える環境が必要となる。他にも、仮眠室での瞑想環境（照明・空調・音響・アロマ）も重要である。一方､集中の面においては､個室作業や高さが可変のデスクパーティションの設置などによる周囲との隔離が必要となる。場合によっては、ノイズキャンセリングイヤフォンなどの副次的ツールも重要である。加えて、デスクパーティションの色をフルカラー LED 照明で変化させることも有効である。

また、集中の質の確保には、集中を途切れさせるノイズの除去も効果的である。ノイズは､目（視覚）､耳（聴覚）､鼻（匂い）等から入ってくる。雑然とした部屋､内装､デスクでは､そこからの視覚ノイズが集中を妨げるため、これらの適切な整理が求められる。音環境のノイズは、密閉された個室やクアイエットゾーンの構築、ノイズキャンセリングイヤフォンの利用などで除去可能である。匂いのノイズ（嫌な臭い）は、好きなアロマをデスク上で発生させる器具での遮蔽が効果的である。

(3) 雑用の削減

雑用は集中や共創を妨げる最大の原因となる。業務に直接関係が無い雑用については、オフィスコンシェルジェへの委託やアウトソーシングが有効である。また、社内 Chat ボットを活用し、社内ルールや総務的作業に関する問い合わせ対応を自動化することも効果的である。

一方、業務に関係する雑用（議事録作成、スケジュール管理、ホワイトボードのメモを写真撮影で関係者に配付、出張前の配車準備や手土産購入、出張後の清算、基礎的調査資料の収集と要約など）については、できる限り AI などのテクノロジーで解決すべきである。併せて、プロジェクター接続の無線化など、物理的な制約の解消も重要である。

(4) センシング、IoT でデータの収集を活用した、継続的な環境の進化

オフィス内での多数の地点での照度、色温度、騒音、CO2 濃度、室温、湿度、人の密集度、人流などのデータを各種のセンサーで集め、それを AI で解析することで、環境・空間での人の利用度やコミュニケーション度合いなどを判定し、より良い空間・環境に継続的に変化させるシステムの構築が期待される。そのためには、照明の照度･色温度の可変制御、空調の温度・湿度・風速・風向などの可変制御に加え、内装での季節感の演出などが重要となる。季節感があるオフィスでは、心も豊かになり、コミュニケーションも活性化するだろう。このような季節感を演出する環境設備インフラを新たに開発しなければならない。

こうしたオフィス空間に関する新たな変化から企業のミッション、ポリシーが働く人たちの感性を刺激し、組織のカルチャーも変えるだろう。我々は空間の可変性や種々のデータと AI での解析を基に次世代のオフィス環境設備インフラを考えることが必要だろう。

6. 終わりに

本稿では、ワークプレイスを巡るパラダイムシフトに伴い、環境設備インフラが単なる「物理的な均一空間の維持」から、ハードとデジタルが密結合した「価値創造の基盤」へと劇的な進化を遂げつつある実態を明らかにした。

次世代のオフィスインフラに求められるのは、その場の状況や働く人の裁量のみに委ねる共創ではなく、照明、空調、ICT、あるいはセンサーや位置情報データを高度に処理するAIが密に連動し、働く人の知性と感性を動的に触発する構造である。物理的なハードの設計とデジタル技術の融合により、オフィスは単に定型業務をこなす均一空間から脱却し、働く人と環境設備が相互に刺激し合いながら新たな価値を自律的に生み出し続ける「生きた場」へと昇華する。

今後は、他分野で先行する人流解析やAI技術の知見をオフィス環境へ大胆に還流させ、組織文化の醸成や心理的安全性をも包括した真の「イノベーション誘発空間」の実装を急がねばならない。本研究部会が提示した新たなインフラの階層モデルが、停滞する日本企業の生産性を引き上げ、持続的なイノベーション創出を支える強固な知的基盤の礎となることを確信している。