

執務/会議室エリアの空気環境の見える化と SAP システムを利用した知的生産性評価に関する実証実験

Visualization of the Air Environment in the Office and Meeting room area and Experiment on Intellectual Productivity Evaluation using the SAP - JSBC

○山本 耕三*¹
Kozo YAMAMOTO*¹

*¹ 東洋建設株式会社総合技術研究所美浦研究所 部長
Project Manager, Technical Research Institute, Miho, Toyo Construction

キーワード：クラウド；環境；知的生産性測定；BIM モデル；緑化
Keywords: Cloud; environment; intellectual productivity; BIM model; greening.

1. はじめに

情報化社会の進展により、最近のオフィスでは書類作成を含め情報管理が業務の過半を占めるようになり、知的生産性の向上が重要なテーマとなってきた。

東洋建設美浦研究所は 1993 年の開設より 30 年経過し、材料実験棟 2 階の研究執務空間に劣化がみられるようになったため、この改修にあたり知的生産性の向上を目指した空間設計手法の実証実験を行った。

まず現状把握のために、日本サステナブル建築協会が作成した SAP 知的生産性測定システム¹⁾を用いて、課題の抽出と執務者の意見・要望を収集した。また、室内の温熱環境や空気質など各種室内環境物理量計測値を、クラウドを介して「見える化」させた。執務者とのコミュニケーションは、AUTODESK360 クラウドプラットフォームを介して行った。

本報告では、これらの概要について述べる。

2. SAP 知的生産性測定システムによる現状把握

日本サステナブル建築協会作成の SAP 知的生産性測定システム（以下、SAP アンケート）により、執務者が直面する課題を抽出した。

対象とした空間を図 1 に示す。研究執務室は鉄骨造 2 階建の 2 階にあり、床面積は約 360m²、一部が個室（約 36m²）となっている。研究執務室の入口前は、商談や談話のためのテーブルとコーヒーやお茶などが置かれたウェルカムスペース（約 50m²）となっている。

調査対象者 17 名のうち、回答者は男性 13 名、女性 3 名の 16 名である。回答者の年齢構成は 20 歳代から 60 歳代までほぼ均等（女性は 20 歳代、30 歳代、40 歳代に各 1 名）である。また回答者の業務内容は、研究開発が 12 名、一般事務が 3 名（女性）、実験補助員が 1 名となっている。

専用の個室を使う者 1 名を除き、ほとんどの者が大空間の研究執務室を床上 1.3m のパーテーションで区画したブー

ス内で執務している。

研究所勤務年数は図 2 に示すとおり、1 年以上から 20 年以上まで、ほぼまんべんなく分布している。一日のうち自席にいる時間は、60%以上および 80%以上いるとの申告者が 8 割以上を占めていた。

現在の業務内容への満足度を図 3 に示す。「やや不満」との回答が 3 名（18.8%）あるものの、「どちらともいえない」との回答が 8 名（50%）と半数を占めており、また「満足」・「やや満足」との回答も 5 名（31.3%）で、「やや不満」・「不満」との回答比率が若干低い傾向にある。

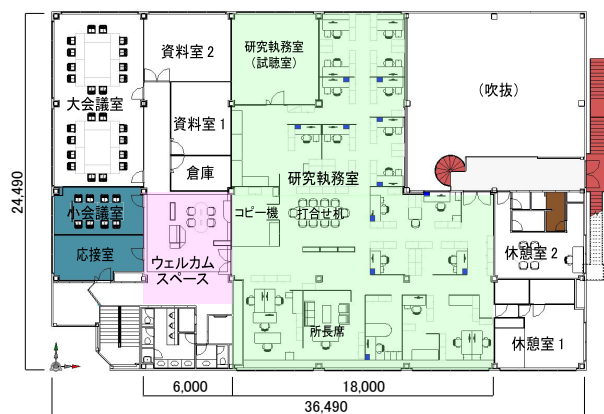


図 1 材料実験棟 2 階平面

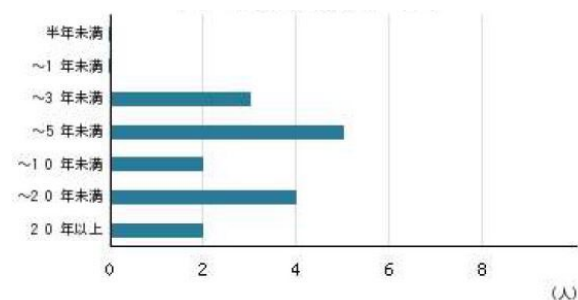


図 2 回答者の研究所勤務年数

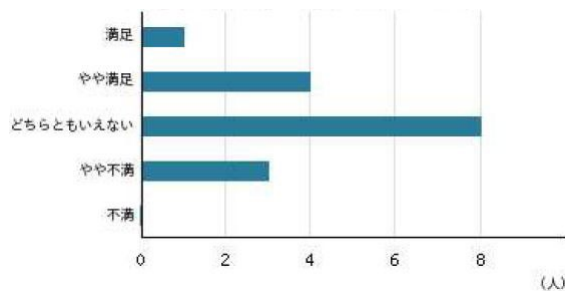


図3 現在の業務内容への満足度

「作業への集中」「リラックス」「コミュニケーション」「創造的な活動」の4項目について質問した「知的生産活動のしやすさ」の5段階評価結果を図4に示す。

「集中のしやすさ」と「創造的な活動のしやすさ」については、「しやすい」・「ややしやすい」との回答者が多く、「作業への集中」では56.3%、「創造的な活動」では43.8%を占めていた。「どちらともいえない」を加えると、回答の大半を占めており、作業への集中や創造的な活動のためには、現状の空間でも問題があまりないととらえることができる。

一方、「リラックスのしやすさ」と「コミュニケーションのしやすさ」については、「しにくい」・「ややしにくい」との回答が43.8%あり、「どちらともいえない」を加えると、いずれも回答の過半を占めており、リラックスしやすい空間の提供とコミュニケーションが促進される工夫が課題であることがわかる。

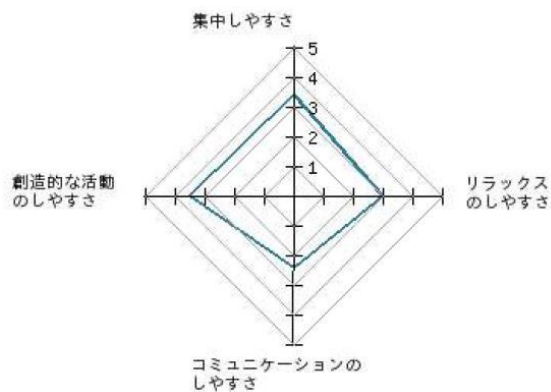


図4 知的生産性に寄与する項目に関する評価

環境の現状に関する設問への回答結果を図5～図8に示す。

図5は光環境や音環境など各環境要素についての満足度に関する結果で、「やや不満」・「不満」との回答率を不満率としてプロットしている。空気環境については不満率が12%と低く、他の環境要素についても30～40%の間に分布しており、回答者の平均像としては著しい不満を抱えているわけではないように見受けられる。

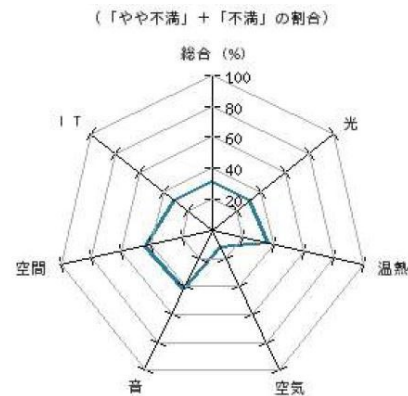


図5 各環境要素の不満率

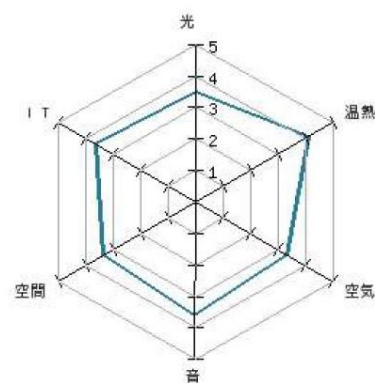


図6 各環境要素の重要度の平均値

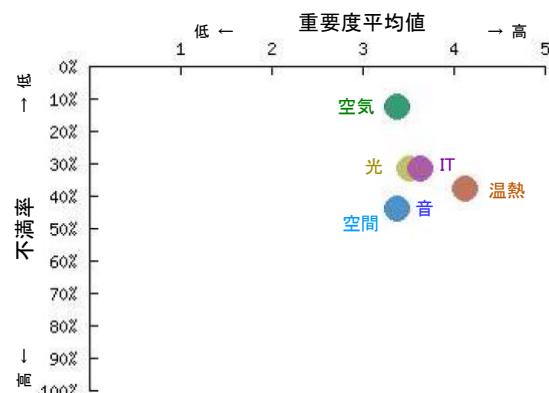


図7 各環境要素のCSポートフォリオ

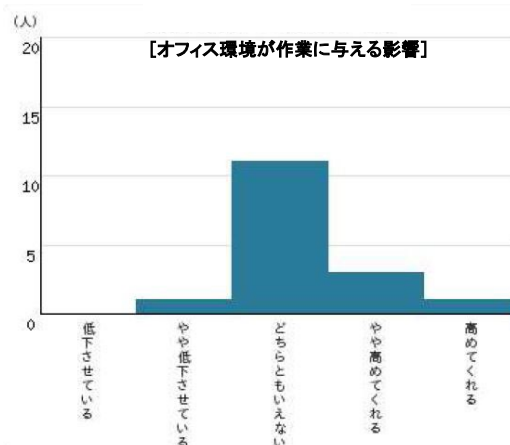


図8 知的生産性への寄与

図7は重要度平均値(図6)を横軸, 不満率(図5)を縦軸にとり, 環境要素をプロットしたCSポートフォリオである。重要度が高く, かつ不満率の高い, 空間, 音, 温熱の環境要素が改善の優先順位の高い項目であることが示唆される。ただし, 光, ITの環境要素との乖離は大きくはない。

図8は知的生産性への寄与(オフィス環境が作業に与える影響)についての回答結果で, 「どちらともいえない」が68.8%と過半を占めるが, 「やや高めてくれる」・「高めてくれる」の割合が25%と, 「やや低下させている」より多い。環境改善による知的生産性向上の余地があるととらえることができる。

優先順位の高い項目のうち, まず短期間に取り組める空間環境の改善を中心に検討することとした。

3. クラウドを活用した室内環境物理量計測

対象空間の温度, 湿度, CO₂, TVOC, PM_{2.5}などを, いつでもどこでも確認できるようクラウドを活用した室内環境物理量計測を実施している。

計測位置を図9に示す。①～⑦の7台には温度, 湿度, CO₂, TVOC, PM_{2.5}の5種類が計測可能なグリーンブル社製GBiot-IC1を, ⑪～⑮の15台には温度, 湿度, CO₂の3種類が計測可能な同社製GBiot-IA1をそれぞれ使用した。

研究執務室内は, 執務者の机周りに設置し, 執務者の呼気によるCO₂濃度変化を観測できるよう, 可能なかぎり執務ブース内の床上1.3mのパーテーション高さより低い位置にセンサーを取付けるようにした。なお室内の平均的な値を観測するセンサー(④, ⑥, ⑦, ⑮, ⑮)については, 床上1.5mに設置した。

いずれの計測器も, 温度, 湿度, TVOC, PM_{2.5}については毎秒, CO₂については3秒ごとにデータを取得し, データセンターで1分間平均値を算出し保存している。クラウド上には1分間平均値がアップロードされているため, 随時確認することができる。

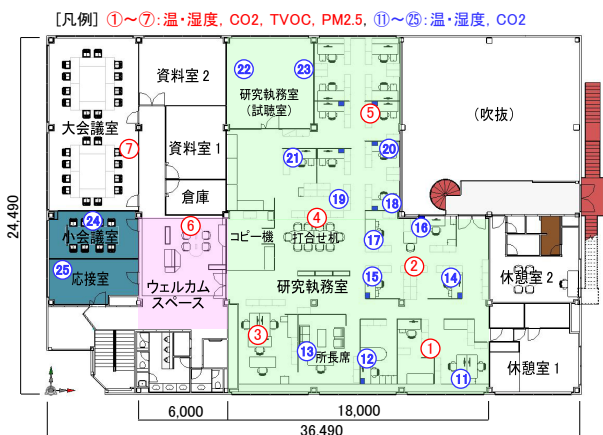


図9 室内環境物理量計測位置 (2階平面)

CO₂濃度の測定例を図10に示す。上段の(a)にGBiot-IC1(2023年8月21日(月)), 下段の(b)にGBiot-IA1(2023年8月31日(木))の時間変化をプロットしている。

(a)では⑦の大会議室で16:40から約1時間, (b)では④の小会議室で9:00から約1時間30分と19:20から約1時間, 1000ppmを超えているのがわかる。以前アラームが鳴動するタイプのCO₂センサーを設置していたが, 電源を切られてしまったので, この計測ではアラームが鳴らないタイプとした。室内に多人数在室する場合, このような事態が考えられるため, 設定した閾値を超えると全員に換気を促す通知が届くシステムの追加を予定している。

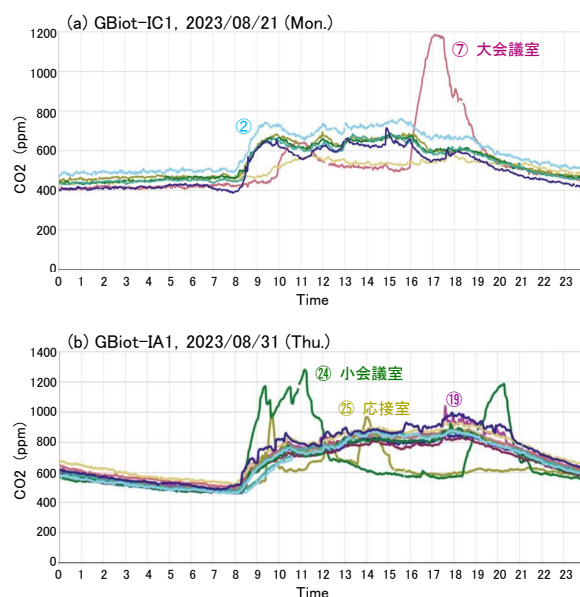


図10 CO₂濃度測定例

なお, 上下温度分布, 窓表面温度, PMV, 照度, 騒音, 内部発熱, 空調吹出温度などについても, クラウドを活用した計測ができるよう計画中である。

4. クラウド上での執務者との対話による空間環境の改善

改修前のSAPアンケート結果を受けて, 空間環境の改善を検討した。E. O. Wilsonによって提唱されたバイオフィリア²⁾の考えを参考に, ウェルカムスペースと研究執務室内の打合せ机周りにハイドロカルチャー観葉植物による緑化改修を行った。

AUTODESK360クラウドプラットフォーム上でのBIMモデルによるプラン検討を執務者とともにを行い, この結果を基に考えた改修案のCGパースとウォークスルーアニメーションによる確認を経たうえでの改修である。

ウェルカムスペースの改修前の様子を図11に示す。テーブル上の照度が約100lxと全体に暗い。(写真はカメラの自動露光調節機能で明るめに撮影されている。)

改修案のCGパース2案(案A, 案B)を図12および図

13 に示す。2 案とも植栽を壁際に L 字型に配置し、植物育成用照明によりライトアップしている。また、廊下をはさんだ小会議室のガラス壁際にも背の高い植物を設置し、ブラインドを上げたままにすることにより、小会議室を通して昼光も利用している。

案 B では、必要に応じて廊下との間をレースのカーテンで仕切ることができ、心理的な遮へい効果により、落ち着いた空間が得られるようにしている。

執務者の反応は、案 A の明るい雰囲気が望ましいとの意見が過半を占めたが、案 B のレースのカーテンによる仕切りができるようにしてほしいとの要望も多かった。

ウェルカムスペース改修直後の様子を図 14 に示す。現在のところ案 A に基づく改修としているが、椅子、机およびコーヒーほかの飲み物台を木製家具に変更する、案 B の

レースのカーテンを設置する、また照明を改善するなどの改修は今後実施する予定である。

改修後の SAP アンケート結果（回答者 15 名、うち女性 3 名）では、空間環境の不満率が 33% となり、改修前の不満率 42% に比べ、9 ポイント低下した。また自由記述でも、「階段が上がってのロビーの雰囲気が格段によくなった」「緑化と育成用照明により、緑化場所付近の快適性が増加した、心の安定性が得られるようになった」「植栽によってやすらぎを感じる、潤いを感じられるようになった」とのコメントが得られた。緑化改修と照明の追加により、空間環境が改善できたものと考えられる。

研究執務室内の打合せ机周りについては、片側の緑化改修が完了していないので、完成後 SAP アンケートにより、改修効果を確認する予定である。



図 11 改修前のウェルカムスペース

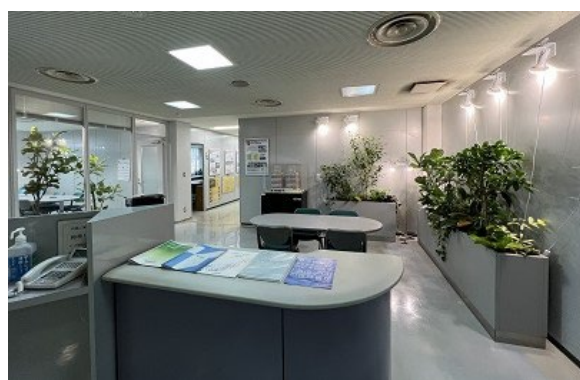


図 14 改修後のウェルカムスペース



図 12 BIM モデルによるウェルカムスペース改修案 A



図 13 BIM モデルによるウェルカムスペース改修案 B

5. おわりに

研究執務空間とウェルカムスペースの改修において、クラウドベースでの空気環境ほかの各種室内環境物理量の見える化と SAP アンケートの実施、さらに BIM モデルでのユーザーとの対話による知的生産性の向上を目指した空間設計の実証実験を行った結果、その有効性を確認した。

ユーザーの協力が不可欠なため、無理のない範囲で協力してもらえる方法について、さらに検討していきたい。

謝辞

本報告の研究推進にあたり、茨城大学学院理工学研究科工学野 都市システム工学専攻 建築環境デザイン研究室 吉田友紀子助教より、指導と助言を賜りました。また、東洋建設設計部 前田部長、竹花係長、八重樫係長、今安係長をはじめ関係各位には多大な支援をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 建築環境・省エネルギー機構編：誰でもできる オフィスの知的生産性測定 SAP 入門、テツアダー出版、2010。
- 2) E. O. Wilson: Biophilia - The human bond with other species, Harvard University Press, Cambridge, 1984。