

WEB を利用した室内環境満足度ならびに生産性評価ツールの開発

学生会員 ○松田 有加(東京工芸大学)
学生会員 金子 隆昌(慶應義塾大学)

正会員 伊藤 一秀(東京工芸大学)
正会員 村上 周三(慶應義塾大学)

1. はじめに

オフィスビルの大量供給時代(所謂オフィスビルの2003年問題)を迎えた現在、単なる空間、床面積の供給のみならず、快適・健康な室内環境であると共に、オフィスワーカー、ならびに建物居住者の知的生産性(Productivity)向上が期待できる室内環境の供給が強く求められている。

室内環境調整の面では、個人による温度調節を可能とした空調システム(パーソナル空気調和システム)の導入、省エネルギーの面では、Hybrid Ventilation System、BEMS等の導入、さらには情報化に対応したフリーアクセスフロア、無線LAN等の導入が積極的に行われている。しかしながら、室内環境の質IEQ(Indoor Environmental Quality)を高めることは、建物建設のインシヤルコストの増大、さらにはランニングコストの増大に直結し、建物の運営管理者、すなわちファシリティ・マネージャ(Facility Manager)の立場では、経常支出を最小化すると共に、IEQを高いレベルに維持するという相反した問題を抱えることとなる。

また、室内環境の物理的要素に関しては、ビル管法による定期測定等により環境基準値の遵守が定期的に把握されている。しかしながら、室内環境の物理要素のみならず建物居住者のIEQに対する満足度は、その評価スケールが明確でないことも相まって、従来から把握が困難であった。特にIEQの良否は居住者の知的生産性(Productivity)に大きな影響を与えることが知られており、省コスト、かつ定量的な評価ツールの開発が強く望まれている。

このような背景のもと、本研究ではIEQの主要な構成要素を網羅し、建物居住者のIEQに対する知覚レベル(すなわち満足度のレベル)を省コスト、かつ客観的・定量的に把握可能なWEBベースの評価ツールの開発を目的とする。さらにIEQ評価に加え、WEB上で知的生産性の評価を同時に行うことで、室内環境の質と生産性レベルの関係を定量的に把握可能な評価ツールの開発を行う。

収集されたIEQ性能・知的生産性レベルに関する情報をデータベース化することにより、類似の建物に

おけるIEQ性能・知的生産性レベルとの比較が可能なシステムが構築されることとなる。

2. 居住者の満足度調査に関する既往研究

Lawrence Berkeley National Laboratoryの研究報告によれば、アメリカ合衆国において室内環境(IEQ)改善を行うことで生産性(Productivity)向上による利得が\$168,000,000,000/年(日本円換算で18兆5000億円/年)に上ると推定されている。室内環境改善に対する大きな潜在的可能性が存在するのにもかかわらず、Productivity改善を目的としたIEQ測定ならびに建物居住者のIEQに対する知覚レベルの測定が困難であるが故、対応が大きく遅れているのが現状である。また、特に建物の運営管理者(Facility manager)にとっては、室内環境改善の時期、改善項目等を把握・判断するために、判断のための基礎データを簡易に取得する必要性が高い。

従来、提供されている室内環境の質IEQの総合調査を行う際には、用紙に印刷された質問票をオフィスワーカー、建物居住者に配布して記述を依頼する方法で行われるのが一般的であった。この方法はファシリティ・マネジメント(Facility Management)の分野ではPOE(Post Occupancy Evaluation)と呼ばれるが、建物居住者全員を対象として行うには、費用、時間ともに大きな負荷となり、定期的な調査を行うことが困難であった。また、各建物のファシリティ・マネージャが完全に共通の質問票を用いることは稀であり、建物間の相对比较を行うことも困難である。

3. 知的生産性評価に関する既往研究

近年、知的生産性評価に関する研究が盛んに行われており、特に温度・湿度環境を正確に制御可能な実験室実験により、各種環境因子をパラメトリックに変化させた場合の生産性(Productivity)評価が行われている^{1,2)}。しかしながら、コントロールされた実験室実験においても厳密に再現性を得ることは困難であると言われており、ましてや境界条件の不明確なフィールドにおいては殆ど評価が行われていないのが実情である。

4. WEB ベースの OSS-RPM ツールの開発

建物居住者の負担を最小化し、かつ調査実施者の負担をも最小化する目的で、建物居住者の IEQ に対する知覚レベル(すなわち満足度のレベル)調査ツールを WEB ベースで開発する。

一般的なオフィスではほぼネットワークが提供されており、比較的自由に WEB にアクセスすることが可能な環境が提供されている。現在考え得る調査方法として、最も簡易で確実性の高い方法であろう。本研究ではこの WEB をベースとした IEQ 知覚レベル調査法を OSS (Occupant Satisfaction Survey)と呼ぶ。OSS ツールの原型は Lawrence Berkeley National Laboratory の CBE にて開発が進められており、本研究ではその日本語版に相当するツールである^{文3)}。また OSS ツールにより IEQ 知覚レベルの評価を行った上で、続けて WEB 上で知的生産性の評価を行うことで、室内環境の質と生産性レベルの関係を定量的に把握することが可能なツールを開発する。本研究では WEB を利用した知的生産性評価ツールを RPM (Remote Performance Measurement)と呼ぶ。

4.1 OSS ツールの概要

OSS ツールでは、IEQ の主要な構成要素として以下の 6 要素を対象とする。

- ① インテリア・家具の空間的レイアウト
- ② 熱的快適性
- ③ IAQ (Indoor Air Quality)・換気性能
- ④ 光環境 (照明の質)
- ⑤ 音環境
- ⑥ 清浄度・維持管理・整備状態

OSS 調査票を作成する際には、上記 6 項目のそれぞれに関して補助的な質問事項を設定し、居住者の満足度、ならびに不満足の原因特定が可能な質問票とする。OSS 調査票のフローならびに質問一覧を図 1 に示す。

WEB ベースの OSS ツールは、上記 4. で示した IEQ 構成要素のカテゴリ別に質問シートが用意されており、不満足の場合のみ、その原因を特定するためのサブ的な質問シートが用意されている。WEB 上の調査画面の一例を図 2 に示す。

データは自動的に集計され、瞬時に統計処理、グラフ化が行われる。

4.2 RPM ツールの概要

上記 4.1 で示した OSS ツールとリンクした WEB ベ

ースでの知的生産性(Productivity)評価ツールである RPM は、OSS ツールにて室内環境を総合的に評価した後、その室内環境条件下における知的生産性評価を行うことで、室内環境の質 IEQ レベルと知的生産性レベルを相互に評価することを目的とするものである。

RPM ツールでは、単純作業の得点を加算することで知的生産性の評価を行う。即ち複雑なオフィス作業は単純作業の組合せにより達成される、との仮定に基づく。RPM の構成要素ならびに収集情報として以下の項目を対象とする。

(1) 境界条件に関する情報の収集

- ① PC のモニタと目の距離確認、視力検査の要領で最小判読可能文字レベルを把握
- ② 長さスケールの標準化
- ③ 被験者の最低限の情報収集

(2) 知的生産性評価試験項目

- ④ 加算テスト: 2 桁と 2 桁の足し算を行う。7 分間
- ⑤ タイピングテスト: 表示される英文と同様の英文をタイプする。日本語はワープロの変換機能のチューニングが困難なため、アルファベットのみを対象とする。7 分間
- ⑥ プルーフリーディング: 文章中の間違いを校正する。7 分間

(3) 個人情報に関する情報の収集

- ⑦ 着衣状況、勤務状況の把握

RPM ツールでは、上記①から⑦までの各項目毎に WEB ページが用意されており、自動的にデータの集計が可能なシステムとなっている。WEB 上の調査画面の一例を図 3 に示す。

5. 分析方法ならびに出力

OSS ツールによって収集されたデータはデータベースサーバ上に保存され、4.1 節で示した項目毎に満足度が点数化され、レーダーチャートにより表示される。また、データベース上に保存されている建物規模やレイアウト等が類似のデータと比較することで、対象建物における居住者の IEQ 満足度の相対的な評価が行われる。

また、RPM ツールによって収集されたデータも OSS と同様にデータベースサーバ上に保存され、4.2 節で示した項目毎に、総回答数、総正解数、誤答割合の評価軸で知的生産性レベルの評価が行われる。

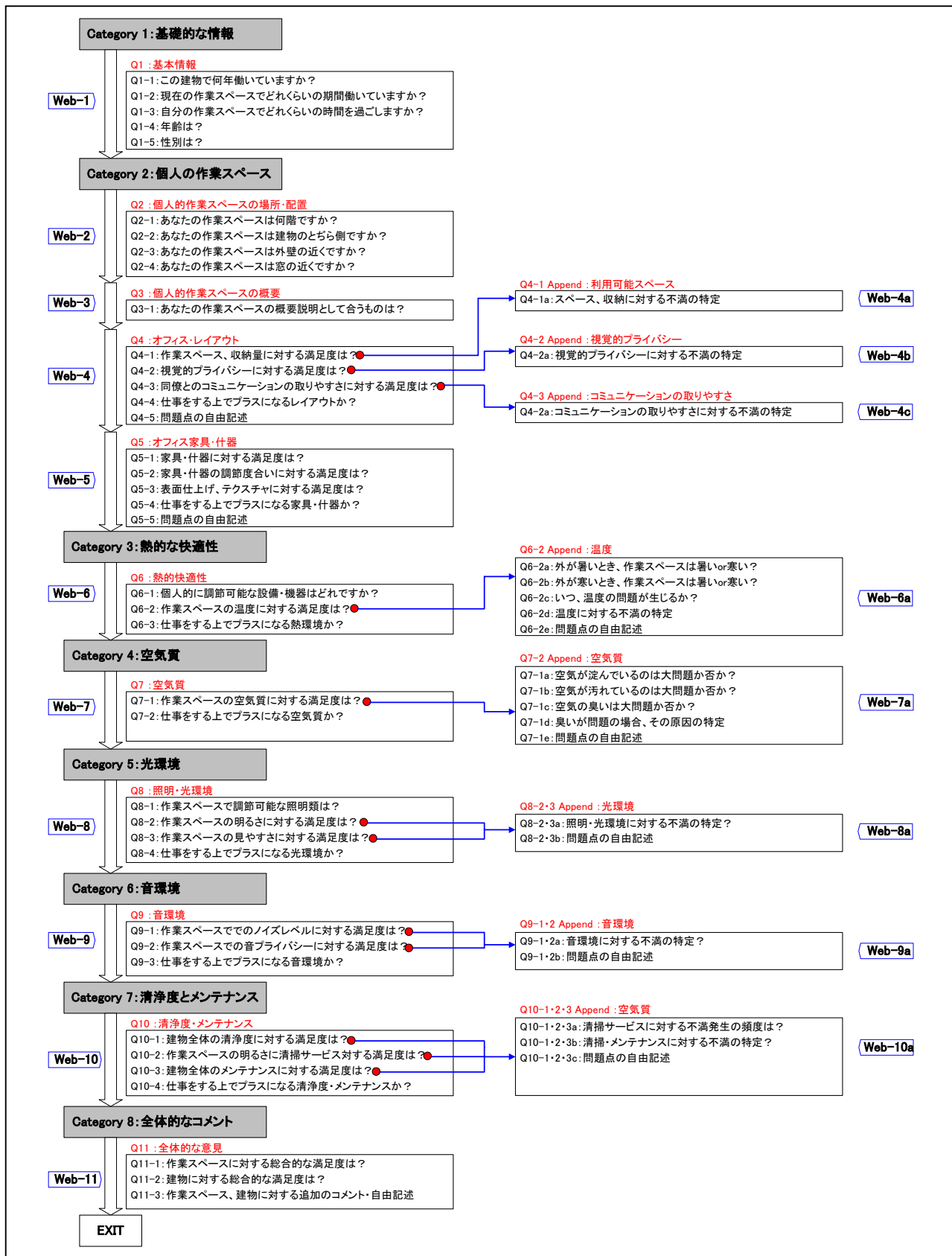


図 1 OSS (Occupant Satisfaction Survey) ツールのフローと質問項目

6. 結論

本報ではWEBを利用したOSS-RPM評価ツールの概要を示すと共に、開発した評価ツールのWEB画面

の一例を示した。今後、本研究で開発したOSS-RPM評価ツールを用いて事務所等を対象とした調査を進め、データの蓄積を進める予定である。

1 基礎調査

①あなたはこの建物で何年間働いていますか？

(1) 1年未満
 (2) 1-2年
 (3) 3-5年
 (4) 5年以上

②あなたは現時での作業スペースでどれくらいの期間働いていますか？

(1) 3ヶ月未満
 (2) 4-6ヶ月
 (3) 7-12ヶ月
 (4) 1年以上

③あなたは何時程度、自分の作業スペースで過ごしていますか？(典型的な通勤の積算時間)

(1) 10時間未満
 (2) 11-30時間未満
 (3) 30時間以上

④あなたの年齢は？

(1) 30歳未満
 (2) 31-50歳
 (3) 50歳以上

⑤あなたの性別は？

(1) 女
 (2) 男

5-1 光環境(Lighting)

①あなたの作業スペースにおける照明全般で、調節もしくは使用可能なものは何ですか？(当てはまるものは全て選択してください)

(1) 照明スイッチ
 (2) 調光器
 (3) 窓面のブラインド、カーテン
 (4) デスクライト
 (5) 上記に当てはまるものがない
 (6) その他(自由記述)

内容:

②あなたは、作業スペースの明るさに対して、どの程度満足していますか？
 大変満足している 大変不満である

③あなたは、現在の照明を含めた光環境にける見やすさ(visual comfort)に対してどの程度満足していますか？(例えば、グレア、反射、明暗等)
 大変満足である 大変不満である

④全体的にみて、現在の作業スペースの照明は、あなたが仕事を遂行する能力をたかめていますか、妨害していますか？
 高めている 妨害している

3-1 熱的快適性

①あなたの作業スペースにおいて、あなたが個人的に調節可能なものはどれですか？(当てはまるものは全て選択してください)

(1) 窓のブラインド、カーテン
 (2) 窓の開閉
 (3) サーモスタット(温度調節機)
 (4) ボーターブル ヒーター
 (5) ローター (暖房機)
 (6) ルームエアコン
 (7) ボーターブル 扇風機
 (8) 天井扇
 (9) 壁もしくは天井に設置された通気口
 (10) 床面に設置された通気口
 (11) 室内の換気切替
 (12) 外部空間とのドア
 (13) 上記には無い
 (14) その他(自由記述)

内容:

②あなたは作業スペースの温度に対して、どの程度満足していますか？
 大変満足している 大変不満である

③全体的にみて、現在の作業スペースにおける熱快適性は、あなたが仕事を遂行する能力を高めていますか、妨害していますか？
 高めている 妨害している

7-1 清浄度とメンテナンス(維持管理)(Cleanliness and Maintenance)

①あなたは、全体的にこの建物の清浄度に対して、どの程度満足していますか？
 大変満足している 大変不満である

②あなたは、あなたの作業スペースに対して清掃サービスに大して、どの程度満足していますか？
 大変満足している 大変不満である

③あなたは、全体的にこの建物のメンテナンス(維持管理)に対して、どの程度満足していますか？
 大変満足している 大変不満である

④全体的にみて、この建物の清浄度および維持管理状態は、あなたが仕事を遂行する能力を高めていますか、妨害していますか？
 高めている 妨害している

図 2 OSS ツールの WEB 画面一例

タイピングテスト 1

The world is in the midst of an environmental crisis beyond anything yet experienced. Unless dramatic steps are taken to protect the planet, our future resources cannot be secured. The world's forests are being destroyed at the rate of one acre per second. An enormous hole has appeared in the ozone layer threatening the planet with climate change. Species are dying at an incredible rate. Chemical wastes are seeping down to poison groundwater. These dramatic changes are taking place because the human population is increasing and the environmental impact of our economic activities has increased. In addition, we have been willing to tolerate environmental destruction on a global scale.

The world is in the midst of an environmental crisis beyond anything yet experienced. Unless dramatic steps are taken to protect the planet, our future resources cannot be secured. The world's forests are being destroyed at the rate of one acre per second. An enormous hole has appeared in the ozone layer threatening the planet with climate change.

加算テスト 1

① 15+35= ⑥ 87+21=

② 29+46= ⑦ 29+46=

③ 38+98= ⑧ 97+26=

④ 83+57= ⑨ 88+32=

⑤ 99+19= ⑩ 76+36=

図 3 RPM ツールの WEB 画面一例

謝辞

本研究で示した OSS-RPM ツールの開発を行うにあたり、Prof. D. Wyon (Technical University of Denmark) から貴重な情報を頂くとともに、アドバイスを頂いた。記して深甚なる謝意を示す。

参考文献

[1] Wargocki, P., Sundell, J., Wyon, D.P., Fanger, P.O. et al., (2002) Subjective perceptions, symptom intensity and performance: a comparison of two independent

studies, both changing similarly the pollution load in an office, *Indoor Air*, 12, pp74-80

[2] N.Nishihara, Y.Yamamoto, and S.Tanabe (2002) Effect of Thermal Environment on Productivity Evaluated by Task Performances, Fatigue Feelings Aad Cerebral Blood Oxygenation Changes, *Proceedings INDOOR AIR 2002*, Vol.I, pp.828-833

[3] C Huizenga, K Laeser and E Arens (2002) A Web-Based Oppupant Satisfaction Survey for Benchmarking Building Quality, *Proceedings INDOOR AIR 2002*, pp138-143