

建築空間が知的生産性に与える影響度の評価手法

吉野 攝津子 勘坂 弘子 本田 泰大
 間瀬 亮平 和田 克明 伊藤 剛
 (本社設計本部) (本社設計本部) (本社設計本部)

Method for Evaluating Effect of Indoor Environment on Workplace Productivity

Setsuko Yoshino Hiroko Kanzaka Yasuhiro Honda
 Ryohei Mase Katsuaki Wada Tsuyoshi Ito

Abstract

In recent times, workplace Productivity has been a major concern in industry. Workplace Productivity is given by the ratio of the benefits derived from improved efficiency on account of improved indoor environmental quality to the cost of that improvement. It is challenge for indoor environmental design to provide workers with high-quality environment that realize high workplace productivity. In this report, for the purpose of proposing new approaches toward evaluation method of Workplace Productivity, we present main findings and evaluation method of previous studies. Furthermore, we describe the studies carried out to investigate the effect of indoor environment on Workplace Productivity of a new building that is designed for energy saving and reducing CO₂ emission and that provides a high quality of comfort and enhanced workplace productivity.

概要

近年、執務空間における知的生産性 (Workplace Productivity) が注目されている。一般的に、知的生産性は室内環境の改善による作業効率向上により得られた利益を、それに費やしたコストで除することで示される。多様な知識創造の場に対して、知的生産性に優れた空間を提供することは、建築環境計画における大いなる課題となっている。本報では、知的生産性を評価するための新しい評価項目と手法を提案することを目的として、知的生産性評価に関する既往の研究について、主な評価手法と知見について整理を行った。そして、省エネ・省CO₂でありながら快適性を維持できる建築空間として計画された大林組技術研究所新本館の知的生産性に関する評価に関して、既存研究棟から新本館への移転前後における継続的な快適性、満足度、作業効率の比較分析調査について紹介した。

1. はじめに

近年、執務空間における知的生産性 (Workplace Productivity) が注目されている。人の知的活動は大きく1)情報処理、2)知識処理、3)知識創造の3階層に分類され、Fig. 1に示すように、情報処理と知識処理には執務者の安全性・健康性の維持や快適性・満足度の向上のための環境整備が必要であり、知識創造には人の行動による「場の活性化」を促す空間と環境が必要であると考えられている¹⁾。多様な知識創造の場に対して、知的生産性に優れた空間を提供することは、建築環境計画における重要課題となっている。

一般的に、生産性はインプットに対するアウトプットの比として定義される。経営指標としての知的生産性を考える場合、インプットは、「良質な執務空間を提供するための投資」であり、アウトプットは「知的生産性向上をもたらす恩恵の金額換算値」であため、知的生産性は、室内環境改善に対する投資効果を示す²⁾。インプットについては設備投資額、エネルギー投入量、維持管理費を見積もる等、比較的定量化は容易と考えられるが、

アウトプットに関しては、知識創造のように創造性や閃き等が重要な役割を果たす高次の知的活動を要する作業ほど、影響を与える要素の設定や定量化は困難である。

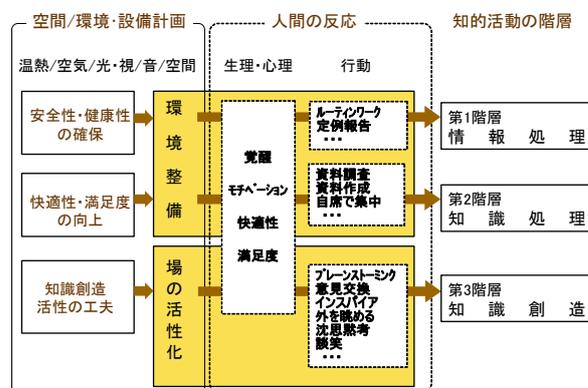


Fig. 1 建築空間と知的活動の階層モデル (文献¹⁾を元に作成)

Hierarchical Model of Indoor Environment and Workplace Productivity

本報では、知的生産性を評価するための新しい評価項目と手法を提案することを目的として、知的生産性評価に関する既往の研究について、主な評価手法と知見について整理を行った。そして、省エネ・省CO₂でありながら快適性と知的生産性を両立させる建築空間として計画された大林組技術研究所新本館の知的生産性評価の一環である既存建物の執務空間評価について紹介する。

2. 既往の研究

2.1 作業効率の評価方法

知的生産性は作業効率に大きく影響されるため、作業効率の測定方法が重要な要素となる。作業効率の測定方法には、主観評価法と客観評価法がある。主観評価法は、アンケート調査やヒアリング等を通しての自己申告により評価を行う方法である。客観評価法は、実験室や現地実測での実タスクや擬似タスクによる作業量、作業速度の測定、あるいは生理指標による測定である。客観評価法の一例として、コールセンターに代表されるような比

較的定型化され、顧客への応答時間のように評価基準が明快な場合、実タスクによる測定が可能なケースがある。反対に、あらかじめ評価基準を定め、それを測定するのに適した擬似タスクを選定して評価を行う方法もある。また、人体の生理状態を測定することで、脳の活性度や疲労度等を把握し、作業効率への影響を調べる研究も進められている。Table 1に作業効率の主な既往研究を示す。

客観評価法は客観性の高いデータが得られるものの、高次の知的作業を評価対象とする場合に定量化が難しいために測定が困難となる。一方、主観評価法は客観評価法では測定できない複雑な業務についても測定できるが、測定データが回答者の解釈や心身の状態等の影響を受けやすい傾向がある。しかし、簡易的に評価を行うことや、日常業務に即した環境で評価が可能であることから、汎用性の高い評価法であると考えられる。

2.2 経済的指標による知的生産性評価

知的生産性に関わる研究が活発に行われるようになったきっかけは、1980年代に発生したシックビル問題であ

Table 1 作業効率に関する既往の研究（文献³⁾を元に作成）
Main Findings of Studies on Workplace Productivity

手法	概要	主な知見	研究者
実験室実験	室温と精神作業効率	室温の上昇(20, 23.5, 27℃)とともに精神作業の効率が低下	Wyonら(1969)
実験室実験	室内空気質改善(換気量の増加, 汚染減の削減)と作業効率	外気導入量を2倍にすることに作業効率が1.7%向上	Wargoekiら(1996, 2000)
実験室実験	PCを汚染源とする有害化学物質と知覚空気質と作業効率(テキストタイピング, 文章校正作業)	中古のPCがある状態では作業効率が9%低下	Bako-Biro(2004)
現地実測(コールセンター)	外気取り入れフィルタの交換, 外気導入量の増加と作業効率	新品のフィルタで外気導入量を増加(3.5m ³ /hの吹き出し風量のうちの外気導入量の割合を8から80%に増加)させると6%作業効率向上, 外気導入量が多い条件で古いフィルタにすると8%作業効率低下	Wargoekiら(2004)
現地実測(コールセンター)	1年間の温熱環境実測データとコールデータによる空気温度と作業効率分析	空気温度25℃以上の執務環境では、1℃低下で2.1%作業効率向上	小林, 田辺ら(2005)
現地実測(学校), 実験室実験	温熱・空気環境と学習効率	1人当たりの換気量と学習効率の間に対数近似のもとに相関係数0.82有意な相関関係(p<0.002)	村上ら(2006)
生理量	脳内代謝状態(疲労度)と作業効率	60分間の作業で最後の10分に騒音なしの環境は騒音ありと比較して有意に作業成績が高い	田辺, 西原(2003, 2005)
生理量	R-R間隔(心拍数)と作業効率の関係を検討		岩田ら(2003)
アンケート	疲労感や快適性等の主観申告結果から間接的に作業効率を推定する手法の検討		橋本, 川瀬ら(2004)

Table 2 知的生産性の費用対効果の試算例（文献³⁾を元に作成）
Example Estimation of Cost-Effectiveness of Workplace Productivity

試算の前提条件	主な知見	
室内空気質の良否により知的生産性は6-9%影響される	室内改善に投資した資金は2年以下で回収できる	Wyonら(2004)
外気導入量が低いほど出勤率が上昇	オフィスワーカーの作業効率向上がもたらす利益は健康改善効果を含めて300~1700億ドル	Fiskら(1997)
空気温度が約25℃以上の場合1℃上昇すると作業効率は約2%低下	ナイトバーجを利用した場合、プロダクティビティ向上による金銭的価値は投入エネルギー費用の32~120倍	Seppanen(2005)
空気質に関する不満足者率と作業効率に関する線形モデルに基づくCAV/VAV空調方式のもとでの室内空気質改善コストシミュレーション	投資回収年数は2年以下(当初設定見込みより年間4~7倍高い収益)	Wargoekiら(1996, 2000)
夏季の設定温度を26から28℃に上昇させた場合	エネルギーコストは電力量換算で32.9円(m ² ・年)が削減され、二酸化炭素排出量が1.12kg-CO ₂ /(m ² ・年)削減されるものの作業効率低下は人件費換算3200円/(m ² ・年)見込まれる	羽田, 田辺ら(2006)

る。シックビルに起因する執務者の健康障害は、欠勤率の増加や作業効率の低下として現われた。その経済的損失は、経費に占める人件費の割合の高さから、経営上無視できない問題となり、その対策として室内環境改善に要するコストと作業効率向上により得られる利益の費用対効果の研究が行われるようになった¹⁾。経済的指標による知的生産性評価は、従来、室内環境に起因して生じる呼吸器系疾患による医療費、離職率、欠勤率等のレビューに基づき人件費との関係より算出する試みが行われてきた。近年、欧米日の研究者を中心として、建物のライフサイクルコストと知的生産性に伴う利潤増加に関する試算結果が種々報告されている。Table 2に主な試算結果を示す。

執務者は、対人関係に代表される人間環境、仕事内容や社会的地位等の社会環境、体調やプライベートな問題等の個人環境、そして執務空間といった物理環境から心理的・物理的影響を受けながら作業効率の向上をはじめ、利益というアウトプットを生じる。知的生産性の中身は複雑であるため、その定量的な評価法に関しては十分なコンセンサスが得られているとは言えない。作業効率の的確な評価方法と経済的価値としての評価方法の確立が求められている。

3. 知的生産性に関する実測及び評価

知的生産性という評価軸を実際の建築空間・環境設備計画に適用するためには、室内環境の質の改善が知的生産性の向上につながることを信頼性の高い調査により示す必要がある。ここでは、省エネ・省CO₂でありながら快適性を維持できる建築空間として計画された大林組技術研究所新本館（以下、新本館と記す。）の知的生産性に関する評価について紹介する。

3.1 評価の全体像

新本館への移転前と移転後の快適性、満足度、作業効率の差異に関する評価および執務空間の室内環境質が知的生産性に与える影響度の評価の流れFig. 2示す。

まず、移転前および移転後の各施設における室内環境質(物理環境)、人体反応(生理・心理、行動)、知的活動(作業効率)の状況及び電力消費量等の維持・運用コストを把握する(Fig. 2の図中番号1, 2参照)。次に、移転前後施設の建築空間・設備計画の差異(物理環境)を整理した上で、移転前後における室内環境質, 人体反応, 知的活動の差異と建築空間・設備計画の関係性を分析し、クリティカルな要素を抽出する。(Fig. 2の図中番号3参照)。さらに、室内環境質の変化がもたらす利益を、建物のライフサイクルコスト等のコスト要因と併せて経済的指標に基づく知的生産性評価を行う(Fig. 2の図中番号4参照)。本評価における室内環境質, 人体反応, 知的活動, 維持・運用コストに関する具体的な評価項目をTable 3に示す。

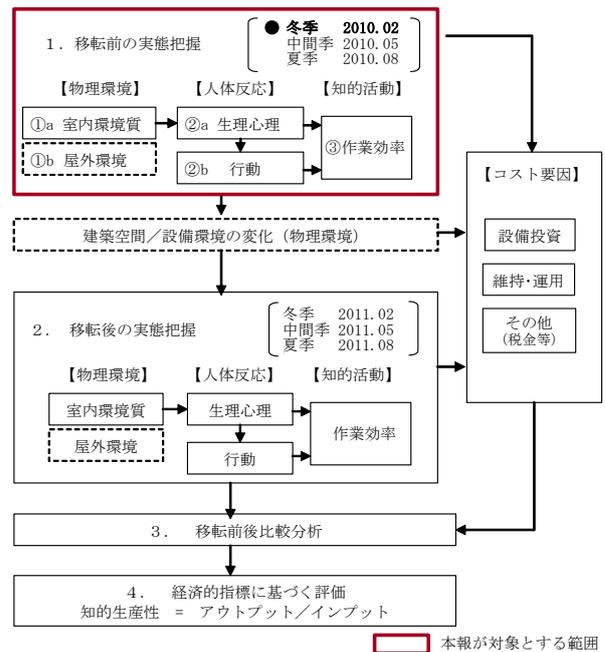


Fig. 2 評価の流れ

Evaluation Flow of Workplace Productivity

Table 3 評価項目

Evaluation Items

①物理環境	
①-a 室内環境質	
客観評価 (機器測定)	
温熱	空気温度, 相対湿度, 上下温度分布, 気流速度, 放射温度, 熱分布画像, 空調吹出口空気温度, 同相対湿度, 同気流速度, 日射量, 外気温湿度, 等
空気質	CO ₂ 濃度, 空气中化学物質, 臭気, 等
光	机上照度, 平面照度分布, 等
音	残響時間, 騒音値, 等
①-b 屋外環境	
客観評価 (機器測定) 日射量, 外気温湿度, 外気CO ₂ 濃度	
②人体反応	
②-a 生理心理・認知	
主観評価 (アンケート)	
温熱	温度の感じ, 湿度の感じ, 室内の気流, 放射熱, 上下温度差, 温度の変動, 残業時の空調停止, 快適度, 作業効率への影響, 等
空気	よどみ感, におい, ほこりっぽさ, 満足度, 作業効率への影響, 等
光・視	机上の明るさ, 室全体の明るさ, 自然採光, 眺望, 照明のまぶしさ, 満足度, 作業効率への影響, 等
音	室内の騒音, 他人の話し声, 満足度, 作業効率への影響, 等
空間	広さ, インテリア, 家具の使い心地, レイアウト, 天井高さ, 収納スペース, IT環境, 満足度, 作業効率への影響, 等
②-b 行動・働き方	
主観評価 (アンケート)	
リラックスのしやすさ/場所, コミュニケーションのとりやすさ/場所, 創造的な活動のしやすさ/場所	
客観評価 (行動観察) コミュニケーション/リラックスの実態	
(機器測定) 在室時間, 在席時間, 歩数・代謝量	
③作業効率	
主観評価 (アンケート) 必要作業能力, 疲労度	
客観評価 作業能力テスト	
維持・運用	
客観評価 (機器測定) エネルギー使用量, 空調負荷, 等	

3.2 調査概要

移転前執務空間における調査は2010年2月(冬季), 5月(中間季), 8月(夏季)の実施, 移転後の調査は2011年2月(冬季), 5月(中間季), 8月(夏季)の合計6回を予定している。ここでは, 2010年冬季の調査内容について記す。

3.2.1 調査対象 調査は新本館移転前の既存施設にて行った。対象とした執務空間は, H棟2F, K棟2F, D棟2Fとした。Table 4に各執務棟の概要を示す。

3.2.2 調査期間 温熱環境, 空気質環境, 光環境及び空調運転状況の実測調査を, 長期測定を2010年2月8日から同26日, 定時測定を2010年2月9日にそれぞれ行った。アンケート調査は2010年2月24日に配布を行い, 同26日に回収を行った。追加調査として空气中化学物質測定を2010年5月24日に, 残響時間測定を同28日に行った。

3.3 調査項目

3.3.1 室内環境質 室内環境質として1)温熱環境, 2)空気質環境, 3)空气中化学物質, 4)光環境, 5)音環境および6)空調設備の運用状況を測定対象とした。

(1) 温熱環境測定 代表点を設け, 空気温度, 気流速度, 放射温度, 熱画像分布を測定した。空気温度は長期測定期間において平面分布および上下分布を測定した。気流速度, 放射温度, 熱画像分布は定時測定期間中に測定した。測定時間は13:30, 13:30, 16:00, 18:00とした。測定の様子をFig 3に示す。

(2) 空気質環境測定 執務者周辺のCO₂濃度測定を行った。執務者のいないブースにて机の上にCO₂センサーを設置し, CO₂濃度を測定した。

(3) 空气中化学物質測定 代表点を設け, 複合臭の強さ, 揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, アンモニア, 酢酸の室内空气中濃度を測定した。サンプリング時間は8:30~11:10とした。

(4) 光環境測定 執務者周辺の机上面照度測定を行った。執務者のいないブースにて照度ロガーを用い, 机上面の照度を測定した。座席位置と窓面との距離によって机上面照度に差が生じると考えられるため, 測定点は各棟につき窓面と執務空間中央部の2点, ないしは窓面に近い1点のみとした。

(5) 残響時間測定 執務室中央付近に設置した12面体スピーカーから放射音を発生させ, 各室3~5箇所の受音点に設置したマイクロフォンからの出力をPCに取り込み, インパルス応答波形を測定, 記録した。測定したインパルス応答波形から残響時間と会話の明瞭度を表す指標値RASTIを算出した。

(6) 空調運転状況調査 空調の使用状況を把握するため, 空調吹出口の温湿度, 気流速度を測定した。各執務空間の空調機器においてゾーンごとにそれぞれ吹出口にセンサーを設置した。

3.3.2 アンケート調査 執務者が調査用紙に記入後, 回収箱へ投函する形式で, 質問紙環境申告調査を行った。アンケートは, 知的生産性研究委員会・コンソーシアム

Table 4 建物概要

General Information of Target Building

建物名称	H棟	K棟	D棟
構造	RC造	SRC造	S造, RC造
規模	地上3階, 地下2階	地上3階, 地下2階	地上3階, 地下2階
延床面積	3,775.84 m ²	4,474.50 m ²	7,307.08 m ²
竣工年	1982年(改修1999年)	1992年	1999年
調査階床面積	805.32 m ²	523.14 m ²	802.1 m ²
調査階天井高	2,500 mm	2,700 mm	2,700 mm



Fig. 3 測定の様子(温熱環境)
Measuring Conditions (Thermal Conditions)

が作成したSAPシステム(Subjective Assessment of workplace Productivity)を元に作成した。回答者数はH棟20人, K棟18人, D棟21人の合計59人であり, 回収率は, それぞれ59%, 75%, 54%, 全体で61%であった。

3.4 結果と考察

3.4.1 室内環境質とアンケート結果の比較 室内環境質とアンケートの評価項目の中で, 対応する項目の主な結果をTable 5に示す。空気質環境と音環境に係る項目を除き, 概ね機器による測定値とアンケートの結果は対応しており, 機器による測定値が相対的に良い執務空間はアンケートによる評価も高く, 機器による測定値が相対的に悪い執務空間はアンケートによる評価も低かった。機器による測定値とアンケート結果が対応しなかった空気質環境と音環境については, 追加調査を行った。

(1) 空気質環境 CO₂濃度の測定値はH棟の方がK棟よりも良好であるにも係らず, アンケート結果では, 「空気質環境満足度」「よどみ感」「におい」ともにH棟の方が評価は低かった。H棟はK棟, D棟と比較して建築年数が古いことや, 省エネの観点から天井高が低く設計されていること, また, タスクアンビエント照明導入により, 通路等の照度が低く設定されていることから, 空気質環境以外の環境要因が評価に影響を与えていることが考えられる。そこで, 空気質環境に関わる項目とその他の環境評価に係わる全ての項目の回答結果の相関係数を求めた。「机上の明るさ」と「よどみ感」の間に弱い相関($r = 0.33, p < 0.05$)が見られたものの, 空気質環境以外の環境要素との間に有意な相関関係はみられなかった。

アンケート結果において, H棟のみ「におい」の評価が低かったことから, 各執務空間の空气中化学物質測定

Table 5 室内環境質とアンケート結果の比較 (抜粋)
Comparison of Indoor Environmental Qualities and Results of Questionnaires

環境要素	室内環境質			アンケート結果				
	項目	H棟	K棟	D棟	項目	H棟	K棟	D棟
温熱環境	空気温度	測定点で傾向に差なし (20~24℃)	測定点間で6~8℃差あり (22~30℃)	測定点で傾向に差なし (20~24℃)	温熱快適性	不快側: 79% 快適: 21%	不快側: 83% 快適: 17%	不快側: 67% 快適: 33%
	相対湿度	23~35%	15~26%	24~33%	温冷感	寒い側: 52% 暖かい側: 31%	寒い側: 78% 暖かい側: 17%	寒い側: 19% 暖かい側: 53%
	上下温度分布	2℃以内	4~6℃	-	湿度感	低い側: 55% 適当: 40%	低い側: 72% 適当: 22%	低い側: 52% 適当: 48%
	気流速度	0.05-0.1m/s	0.05-0.1m/s	-	上下温度感	気になる側: 37% 気にならない側: 63%	気になる側: 72% 気にならない側: 39%	気になる側: 71% 気にならない側: 28%
	空調吹出口気流速度	1.0m/s前後	3.0m/s前後	-	気流感	感じる側: 27% 感じない側: 74%	感じる側: 78% 感じない側: 22%	感じる側: 34% 感じない側: 67%
	放射温度	空気温度と同程度	空気温度より天井面は高く、窓面は低い	-	気流快適感	不快側: 40% 快適: 60%	不快側: 93% 快適: 7%	不快側: 86% 快適: 14%
	放射感				放射感	気になる側: 11% 気にならない側: 43%	気になる側: 17% 気にならない側: 83%	気になる側: 24% 気にならない側: 77%
空気質環境 (※)	CO2濃度 (外気CO2濃度)	400~600ppm (350ppm)	500~800ppm (370ppm)	-	空気環境満足度	不満側: 42% 満足側: 5%	不満側: 16% 満足側: 45%	不満側: 19% 満足側: 53%
	厚生労働省指針物質	指針値, 暫定目標値を満足	指針値, 暫定目標値を満足	指針値, 暫定目標値を満足	よどみ感	気になる側: 84% 気にならない側: 16%	気になる側: 34% 気にならない側: 66%	気になる側: 19% 気にならない側: 81%
					におい	気になる側: 65% 気にならない側: 35%	気になる側: 28% 気にならない側: 72%	気になる側: 24% 気にならない側: 76%
光環境	机上面照度	・200-600lx (タスク照明あり) ・晴天時と曇天時で50~100lxの差	・900-1100lx (タスク照明なし) ・晴天時と曇天時で差なし	・1000-1200lx (タスク照明なし) ・晴天時と曇天時で差なし	光環境満足度	不満側: 45% 満足側: 35% やや暗い: 37% 適当: 63%	不満側: 29% 満足側: 57% やや暗い: 6% 適当: 89%	不満側: 29% 満足側: 57% やや暗い: 10% 適当: 86%
					明暗感	不満側: 58% 満足側: 26%	不満側: 22% 満足側: 22%	不満側: 47% 満足側: 15%
					自然採光	不満側: 23% 満足側: 35%	不満側: 53% 満足側: 24%	不満側: 10% 満足側: 40%
音環境 (※)	明瞭度 (RASTI)	0.80	0.80	0.82	音環境満足度	気になる側: 11% 気にならない側: 82%	気になる側: 82% 気にならない側: 12%	気になる側: 30% 気にならない側: 70%
	残響時間 (500Hz)	0.3秒	0.4秒	0.4秒	騒音感	気になる側: 46% 気にならない側: 65%	気になる側: 64% 気にならない側: 35%	気になる側: 50% 気にならない側: 50%
					静寂			

不快側: やや不快, 不快, 非常に不快の合計 寒い側: 寒い, 涼しいの合計 暖かい側: 暖かい, やや暖かいの合計 低い側: やや低い, 低い, 非常に低い側の合計
不満側: やや不満, 不満の合計 満足側: やや満足, 満足の合計 感じる側: やや感じる, 感じる, 非常に感じるの合計
気になる側: やや気になる, 気になる, 非常に気になるの合計 気にならない側: あまり気にならない, 気にならないの合計

を行った。Table 6に測定結果を示す。空気質は、いずれも指針値および暫定目標値を満たし、良好な状態であった。室内空気中の化学物質濃度は高い順に、K棟>D棟≧H棟であり、アンケート結果とは対応しなかった。なお、においに対する主観評価は、定常的な状態に基づくものではなく、喫煙室から出てきた人にまわりついたらこの臭い等、一時的な状況の影響を受けることが推察される。

(2) 音環境 残響時間は3棟ともに0.3~0.4秒とテレビスタジオの推奨値とほぼ同等であり⁴⁾、周波数特性からも自然な響きの空間であることが分かった。また、明瞭度の指標RASTIの値は3棟ともに0.80~0.82と高く、明瞭性が確保されていることが示された。一方、アンケート結果は、K棟のみ不満側の回答が多く、その不満要素として、話し声、電話、空調騒音があげられた。他人の声が執務の邪魔になるかどうかの指標である「スピーチプライバシー」⁵⁾の観点からはK棟は良好とは思われないが、コミュニケーション活性化の意味では好ましいとされる「ワイガヤ」の観点からの検討も必要である。

3.4.2 環境満足度と作業効率の関係 アンケート結果に基づき、各環境に対する満足度あるいは快適度と、各環境が作業効率に与える影響度の相関分析を行った結果をTable 7に示す。光、温熱、空気質、音、空間、全ての環境において、比較的強い相関がみられ、環境要素に対する満足度が高いほど、その環境が作業効率を向上させていると執務者が評価していることが示された。

3.4.3 環境満足度と場の活性化をもたらす要因 アンケート結果から、各環境要素満足度と知的活動の活性

Table 6 空气中化学物質測定結果

Results of Chemical Substance in Air

測定対象物質	厚生労働省指針値	H棟-1	H棟-2	K棟	D棟
	μg/m ³				
①ホルムアルデヒド*	100	12	12	28	17
②アセトアルデヒド*	48	5	5	13	7
③トルエン	260	3.6	4.1	15.8	8.4
④キシレン	870	1.0	1.0	12.4	11.9
⑤ベンゼン	3800	0.6	0.4	9.2	6.3
⑥スチレン	220	不検出	不検出	不検出	不検出
⑦p-ジクロロベンゼン	240	2.0	4.7	不検出	不検出
T VOC*1	400**2	17	25	49	34

*1 総揮発性有機化合物 *2 厚生労働省暫定目標値

Table 7 環境満足度と作業効率に対する影響度の相関関係
Correlation between Indoor Environmental Satisfaction and Productivity

環境要素	相関係数
光環境	0.657**
温熱環境	0.778**
空気質環境	0.479**
音環境	0.820**
空間環境	0.842**

**p<0.001

化に係ると考えられる項目(集中のしやすさ, リラックスのしやすさ, コミュニケーションのとりやすさ, 創造的な活動のしやすさ, 気分転換のしやすさ)との関係を考察するために主成分分析を行った。主成分得点をTable 8

に、主成分得点を平面上に表現したものをFig. 4に示す。抽出された2つの主成分は、それぞれFig. 1で示した建築空間と知的活動の階層モデルより、1)場の活性化、2)環境整備に関連する評価軸として解釈された。

- 1) 「場の活性化」に関わる要因：コミュニケーションの取りやすさ、集中のしやすさ、リラックスのしやすさ、創造的な活動のしやすさ、気分転換のしやすさ、音環境満足度、空間環境満足度
- 2) 「環境整備」に関わる要因：温熱環境の快適度及び許容度、空気質環境満足度、光環境満足度

Fig. 4より、第1次元の「場の活性化」では評価のバラツキが少なく、第2次元の「環境整備」では評価のバラツキが大きいことが見て取れる。これは、現在の執務空間が、コミュニケーション、集中、リラックス等の行動による場の活性化を通して高次の知的活動を営む空間としては、執務者に良くも悪くも評価されていないことを示すものと考えられる。アンケートの自由回答において、「リラックスする場がない」等の記述もあることから、場の選択性に乏しい執務空間であることも影響していると考えられる。一方で、温熱環境、空気質環境、光環境等のように執務者の安全性・健康性の確保や快適性・満足度の向上に求められる環境整備の面では、執務者にとって不満要因と満足要因が混在した状態にあることを示している。機器測定値とアンケート結果が対応する等、室内環境質と人体反応の関係が明らかな場合は、不満要因を解消することで、改善効果が期待できる。

新本館は、創造的な執務空間の構築をテーマに計画されている。中心となる2階の執務空間は、2層吹抜のワンボックス型大空間により開放性、視認性の向上を図ると共に、異分野研究員の一体感を促すしくみとなっている。また、吹抜を介した3階には1人で集中するための個室ブースや半閉鎖的なソロラウンジが併設される等、多様な空間構成となっており、執務者により場が選択できる環境になっている。本項で抽出した「場の活性化」および「環境整備」の2軸に基づいて評価することにより、現状の執務空間では評価のバラツキが小さい「場の活性化」のありようが、新本館への移転後にどのように変化するかを検証可能になるものと考えられる。

4. おわりに

本報では、知的生産性に関する既往の研究を整理した。そして、具体的な事例として、省エネ・省CO₂でありながら快適性と知的生産性を両立させる建築空間として計画された大林組技術研究所新本館の評価の一環である既存建物の執務空間評価について紹介した。本評価は、移転後も継続して実施するが、今後は作業効率について、アンケートによる主観評価だけでなく、行動観察調査や、作業能力テストによる客観評価も予定している。そして、移転前後の比較評価を通して新本館の建築空間・設備環境整備の費用対効果分析も実施する予定である。

Table 8 主成分分析結果

Result of Categorical Principal Component Analysis

	次元	
	1	2
コミュニケーションの取りやすさ	.973	.057
集中のしやすさ	.973	.059
リラックスのしやすさ	.973	.060
創造的な活動のしやすさ	.915	-.047
気分転換のしやすさ	.915	-.044
音環境満足度	.893	.052
空間環境満足度	.886	.039
温熱環境の快適度	.020	.880
温熱環境の許容度	-.031	.864
空気質環境満足度	-.094	.677
光環境満足度	-.127	.758

※全分散の約55.7%は第1次元、23.4%は第2次元で説明される。

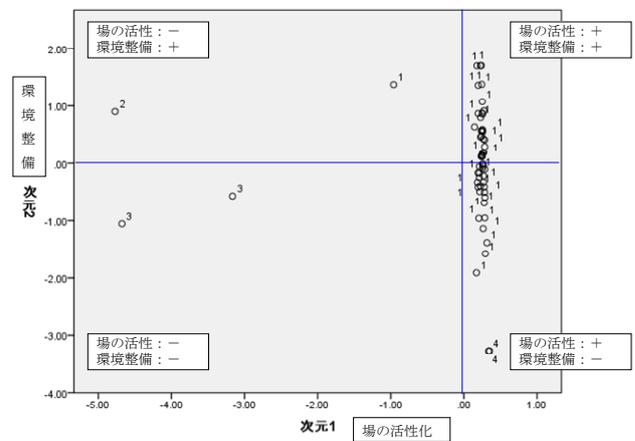


Fig. 4 場の活性化と環境整備による空間評価
Space Evaluation on Indoor Environment and Activation

謝辞

本研究は、早稲田大学創造理工学部建築学科田辺新一研究室の協力を得て実施しました。関係各位に深謝いたします。

参考文献

- 1) 建築環境・省エネルギー機構編：建築と知的生産性-知恵を創造する建築-, テツアドー出版, p.175, (2010)
- 2) 村上周三, 他：教室の環境と学習効率, 建築資料研究者, p.204, (2007)
- 3) 村上周三：知的生産性研究の展望, 空気調和・衛生工学, 第81巻(1), pp.3-8, (2007)
- 4) 木村翔：建築音響と騒音防止計画(新建築技術叢書9), p.191, (1999)
- 5) 佐藤洋：スピーチプライバシー研究の歴史と近年の動向, 日本音響学会誌, 第64巻(8), pp.475-480, (2008)