オフィスにおけるボイド型テラス空間の活用と考察

｜Panasonic XC　KADOMA を事例として

00｜背景

半屋外空間におけるシミュレーション結果の新たな活用方法の模索

環境シミュレーションには、ある程度のノウハウや熟練度が必要であるため、その アウトプット自体に価値がある。一方で、環境シミュレーション自体の敷居は下がりつつあり、その際に重要になるのは、その解析結果をどのように解釈し、結果に付加価値を持たせるか、ではないだろうか。特に正解が無い用途・空間での環境シミュレーションでは、各解析者の解釈が求められる。

今回は、そのような「解釈」の部分に着目し、シミュレーションの活用を模索した事例を紹介したい。テナントオフィス内にあるテラス空間における環境シミュレーションの実践である。

テラスのような半屋外空間には環境的な正解が必ずしも無い場合も多く、「解釈」が重要である。もちろん、ある程度のエンジニアリング的な「正しさ」は必要だが、その「正しさ」を控えめにしつつ、ヒントやみちしるべになるような環境シミュレーションの在り方はないだろうか？特に、半屋外空間のようなあいまいな空間にとって「正しさ」は力強すぎ、空間としての魅力がうまく拾い切れない可能性さえある。

このプロジェクトでの取り組みが、環境シミュレーションの「正しさ」と「解釈の幅」のバランスを考えるきっかけとなれば幸いである。

01｜建物概要　大規模で多様な環境のテラスを有するオフィス空間

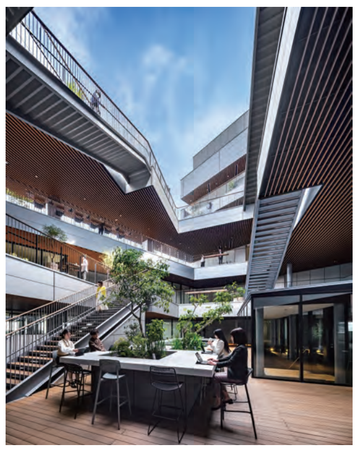
本建物は、中央にボイドを設け、そこにテラスを配置し、半屋外で働いたり、休憩をしたりすることをコンセプトとしたテナントオフィスである。

設計段階において、コロナ禍ということもあり、オープンエアの空間が求められた。また在宅勤務が世の中的に多くなる中で、あえてオフィスに出社したくなるような空間要素の一つとして、魅力的な空間としてのテラスが提案された。

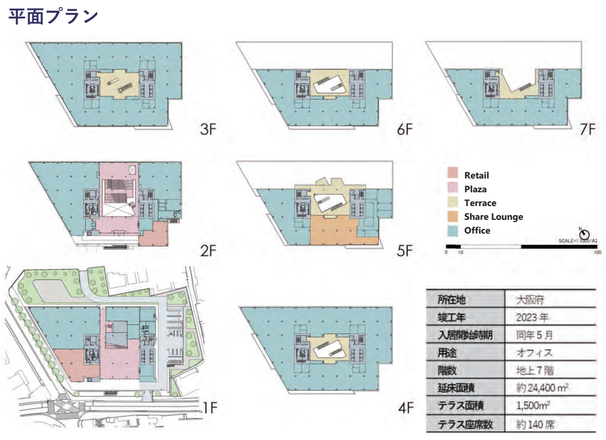
テラス空間は、休憩やコミュニケーション用途に加えて、様々なアクティビティを想定し、様々な設え・家具の配置が行われた。事業主とともにテラスの積極的な利用促進をめざした。

具体的には、1・2・5 階に室内の共用エリアがあることに加え、ボイド内の 3-7 階に各テラスからアクセスできる合計約 1,500m2 の共用テラスがある。各フロアのテラスはそれぞれが屋外階段で繋がっており、テナント入居者はすべての共用エリアを自由に使用することが可能だ。

なお、テラス空間はその半分程度を容積対象床面積から除外し、空間の有効活用ができている。



平面プラン



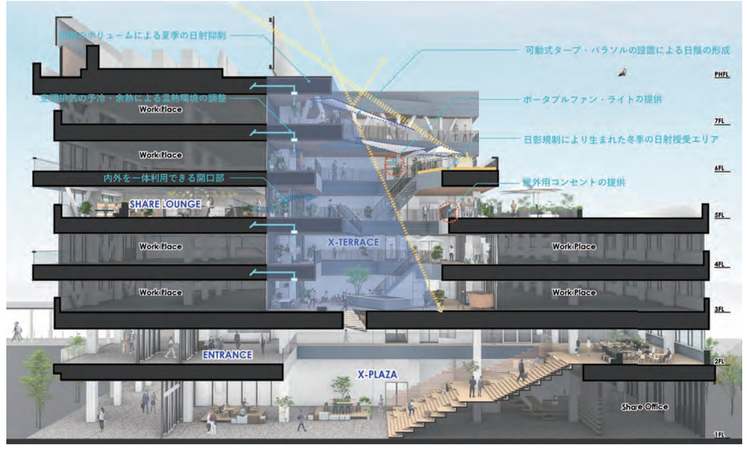
所在地	大阪府
竣工年	2023 年
入居開始時期	同年 5 月
用途	オフィス
階数	地上 7 階
延床面積	約 24,400 m²
テラス面積	1,500m²
テラス座席数	約 140 席

02｜テラスにおける環境コンセプト　環境の多様さをどう生み出し活用するか

本建物は、日影規制により、北側にかけて傾斜した形状となっている。また、テラス自体は 1 層おきに異なる形状で重なり合っている。これらの要素により、従来の建物外周部にあるようなテラスとは異なる、豊かで多様な環境が形成されるテラスとなっている。

さらに、室内・テラスを一体利用できるような開口部の工夫、タープやパラソルによる季節や天候に応じた日陰の形成、居室の排気をテラス内に吹き出すことによる温熱環境の改善、ポータブルファンやタスクライトの提供、将来的なヒーター・ファン設置のためのコンセントの配置など、テラス空間を環境的により良いものとできるよう、ベーシックな取り組みを着実に実施した。

これらの建築・設備計画によって生み出された、多様であり、なるべく快適となるよう工夫されたテラス空間を、どのように活用するか方向性を示していく中で、環境エンジニアの役割が求められた。



03｜アクティビティと環境の定義　3 つのアクティビティと 5 つの環境要素

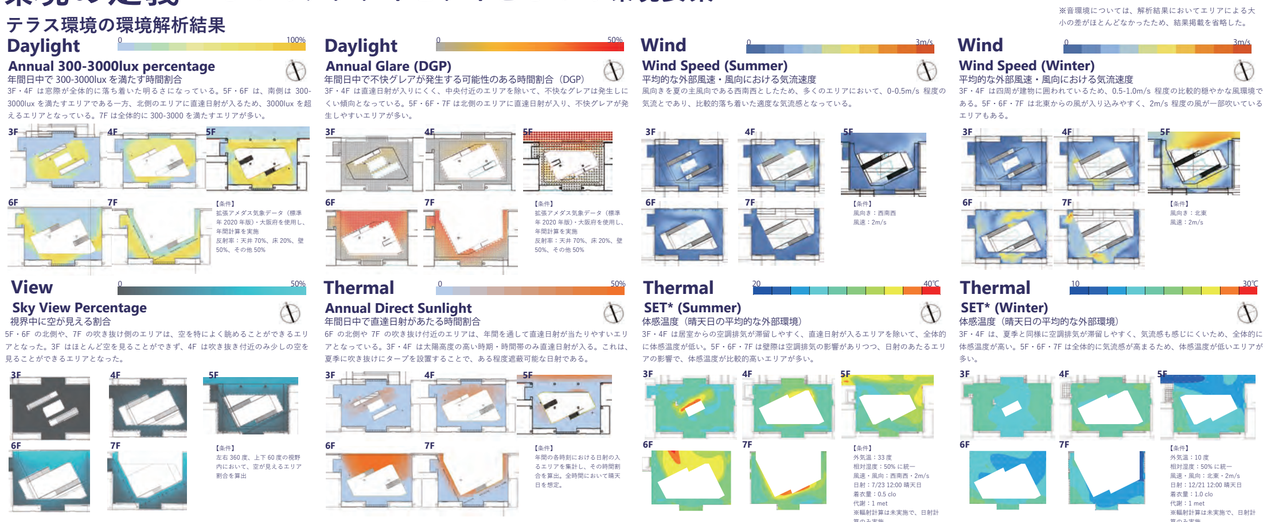
テラスのような空間は、完璧に環境をコントロールすることは難しく、完全に快適な空間とすることはできない。そのような中でエンジニアリング的な「正しさ」のみを追求しすぎてしまうと、テラス空間の魅力そのものが拾いきれない可能性もある。そこで、我々環境エンジニアは、テラスの環境的な特徴を可視化し、それをもとに半屋外空間を活用する上での「ヒント」や「みちしるべ」となるようなアウトプットを各設計者へ提供することを考えた。

具体的には、まず、テラスにおいて環境の感じ方に重要と考えられる 5 つの環境要素（昼光・風・温熱・視・音）をピックアップし、それらの環境をシミュレーションにより可視化した。更に、本テラスで行われそうな代表的なアクティビティを 3 つ想定し（Solo Work, Communication, Refresh）、それらのアクティビティに比較的適した環境を定義した。

この 5 つの環境要素の可視化と、3 つのアクティビティの定義をもとに、次のステップで半屋外活用の「ヒント」となるアウトプットを導き出した。

テラス環境の環境解析結果

※音環境については、解析結果においてエリアによる大小の差がほとんどなかったため、結果掲載を省略した。



3 つのアクティビティに適した環境の定義

各アクティビティにおいて、必ずしも明確な環境的定義が存在するわけでは無いが、アクティビティごとに必要と考えられる環境を想像しながら、環境要素によっては既往の知見も参照しつつ、具体的な数値に落とし込む作業を環境エンジニアで行った。

	Solo Work	Communication	Refresh
	・比較的長時間滞在をする空間 ・屋外感を少なく、 比較的安定した空間に	・中程度の滞在時間 ・適度に屋外感を感じられるように	・短時間の滞在時間 ・屋外感を積極的に感じ、 室内空間との差を感じられるように
Daylight 光環境	机上面照度：年間300-3000lux 75%以上 不快グレアグレア 20%以下 個人作業はデスクを使った作業がメインとなると考えられえ、光環境が重要と判断し、机上面照度と不快グレアの両方について定義した	机上面照度：年間300-3000lux 50%以上 コミュニケーションは会話がメインとなるが、資料を確認するなどの光環境もある程度重要であるため、机上面照度のみを定義した	定義なし 室内空間的な快適な光環境の定義よりは、室内空間とはなるべく異なる光環境であることが、 気分転換には重要と考え、定義なしとした
Wind 風環境	気流速度：0-0.5 m/s 筆作業が含まれる可能性もあり、 長時間の作業も想定して、 低めの気流速度を定義した	気流速度：0-1.5 m/s 会話がメインとなることや、 短時間のインフォーマルな会話も含まれると想定し、 個人作業よりはやや高めの気流速度を定義した	気流速度：0-3.0m/s 気分転換や短時間の利用を想定し、 高めの気流速度を定義した
Thermal 温熱環境	直達日射：極力無し SET*： 19~29 ℃ 比較的長時間の作業も想定し、 デスクを使った作業がメインになると考えられ、 直達日射が極力当たらない定義した	SET*： 15~32 ℃ 長短さまざまな利用時間が想定されるため、 個人作業と休憩の中間程度の幅を定義した	SET*： 13~ 35℃ 短時間の利用や気分転換を想定して、 ある程度、許容範囲を広げた温熱環境を定義した
View 視環境	定義なし 個人作業は集中することを考え 外の見える割合は定義なしとした	視野における外の見える面積割合：15%以上 コミュニケーションにはインフォーマルなものも含まれるため、 気分転換の要素も考慮して、 外がある程度見えるエリアを定義した	視野における外の見える面積割合：20%以上 気分転換などの要素も重要となるため、 外が良く見えるエリアを定義した
Sound 音環境	48dB以下 サウンドマスキングの再生音量についての研究を参考に、作業時に暗騒音についての妨害感を感じる限度として48dBを設定した。	50dB以下 既往研究より、クリエイティブな会話では少し暗騒音が大きめの方がコミュニケーションが活発になることから、作業よりもやや大きい50dBを限度とした。	60dB以下 明確な基準はないが、既往研究より60dB程度で休憩を目的とした滞留が起こりやすいという結果があるため、限度を60dBと設定した。これを超えるとうるささを感じるようになる。

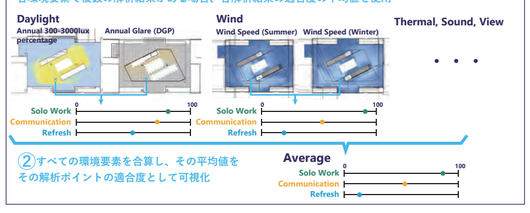
04｜解析結果の解釈方法　シミュレーション結果から導かれるアクティビティマップ

03 に示した各アウトプットを元に、各エリアにおける 3 つのアクティビティの適合度を平面マップ上に示し、それを半屋外活用の「ヒント」とすることを考えた。具体的には、grasshopper をプラットフォームとして各解析結果を集約→各環境要素における 3 つのアクティビティの適合度を各解析ポイントで求める→その各環境要素での適合度を合算→最終的な各解析ポイントのアクティビティの適合度として、色と濃淡で示した。

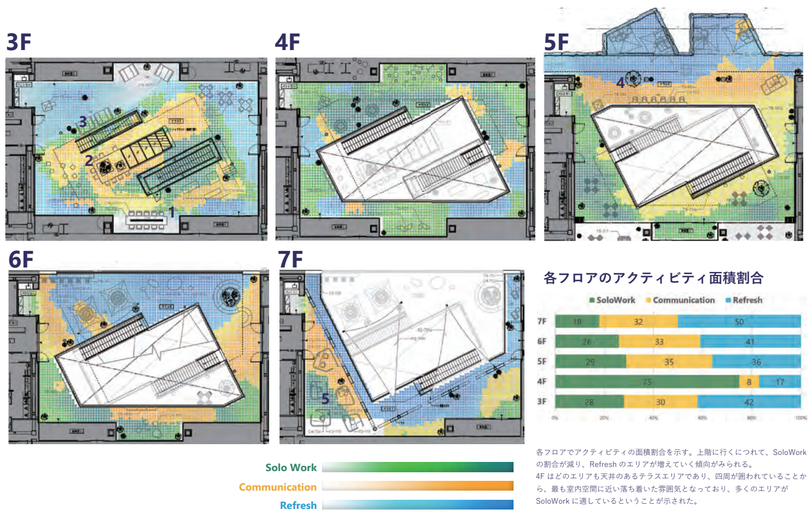
これらの環境的な観点での半屋外活用の「ヒント」も活用しながら、最終的なテラスの設え・家具が計画されていった。もちろん、環境的な観点のみですべてが決定されたわけではないが、最終的な各エリアのパースの様子と環境解析から導いたアクティビティの適合度を重ね合わせて見てみると、傾向は似ていることが見て取れるはずだ。

アクティビティマップの算出方法

①各環境要素の各解析ポイントの結果をもとに、各アクティビティの適合度を判断
各環境要素で複数の解析結果がある場合、各解析結果の適合度の平均値を使用



②すべての環境要素を合算し、その平均値を
その解析ポイントの適合度として可視化



各フロアのアクティビティ面積割合

各フロアでアクティビティの面積割合を示す。上階に行くにつれて、SoloWork の割合が減り、Refresh のエリアが増えていく傾向がみられる。
4F はどのエリアも天井のあるテラスエリアであり、四周が囲われていることから、最も室内空間に近い落ち着いた雰囲気となっており、多くのエリアが SoloWork に適しているということが示された。

2 階から続く階段脇のスペースにはベンチをレイアウトした。低層階は建物に囲まれているため雨や風が入りにくいことを活かし、作業やミーティングなどの仕事ができるテーブルを多く配置。「融合」がテーマの 3 階フロアでは、各階の職員たちが混在することで、多様なクリエイティビティーが発揮されることを意図している。

吹き抜けの最下層となる 3 階の中央には、植栽と一体化したテーブルを設え、木漏れ日の下で働く居心地を提供している。背後のオープンなスペースでは、キューブ型のスツールを自由にレイアウトし、イベントなどに応じた利用ができるように計画した。

屋台のようなスタンディングカウンターと、ミーティングが行えるブース席。夏場は室内から排出される空調の冷気をテラス側に取り込むことで、吹き抜けの底である 3 階に冷気がたまり、屋外でも安定的でなるべく快適な環境となるよう計画した。

「交流」がテーマの 5 階は建物のボリュームが一部削られており、それによって生じた開放的なスペースにパラソルを設置して、日差しをコントロールすることで賑やことができる環境とした。吹き抜け廻りの手すりにはカウンターを取り付け、他のフロアやオフィスの様子を臨みながら仕事やコミュニケーションのスポットとなることを意図している。

「没入」がテーマの 7 階は、構造上現れるブレースの内側に半個室のブースを並べ、集中して仕事に取り組める環境を整えた。ソロブースの照明はデザインのワンポイントであり、利用者がいることを視認できるような工夫となっている。

3 階の中央のビッグテーブルは、吹き抜けのどのフロアからも見ることができる象徴的なテーブルとしている。中央のシンボルツリーは、日照計算により年間を通して最も日差しが入る位置に配置している。また、テーブルと一体となったトップライトにより、1 階まで光を届ける計画とした。

05｜竣工後調査結果　多様な環境とアクティビティ、テラスを使うことの意義

【参考文献】 原田ら、ボイド型の多様なテラス空間を有するオフィスの環境計画と利用実態調査（第 1 報）から（第 5 報）、空気調和衛衛生工学会大会、2024

大規模かつ環境的に多様なテラスを採用したオフィス事例は少なく、今後のための知見を得るべく 2023-2024 年にかけて環境調査を行った。具体的にはテラスの環境計測と、利用者へのアンケートを実施した。その結果、以下のような結果となり、多様な環境のテラスをオフィスに提供することの魅力的なポイントがいくつも示された。

①本テラスは休憩だけではなく、仕事目的でも活用されていて、多くの執務者に活用されていた。②テラスを利用する人は、身体・精神的健康が高い傾向があった。③実測調査にて、テラス内に多様な環境が形成されていることがわかった。④多様な環境は、用途・滞在時間・季節・人の環境の好み・人の属性などに応じて使い分けられている傾向がわかり、あらゆる側面で多様な環境を提供することの重要性が示された。

調査概要

実測調査日の天候

季節	夏季	中間期	冬季
実測日	8/7(月)	10/17(火・10/18(水)	2/27(火)
天候	曇一時雨	晴・晴	晴一外曇
最高気温	32.8 度	24.8度・26.5 度	10.5 度
最低気温	26.3 度	20.1 度・20.4 度	4.1 度
平均風速	3.3m/s	1.6m/s・1.7m/s	6.8m/s
最多風向	東北東	西北西・西南西	北北西

実測調査項目

測定項目	測定間隔
室内温度[℃]	全て 15 秒
相対湿度[%]	各エリアで 5 分
平均放射温度[℃]	置計測し、その
気流速度[m/s]	平均値を代表値
水平面照度[lux]	として記録
鉛直面照度[lux*]	
騒音レベル[dB]	

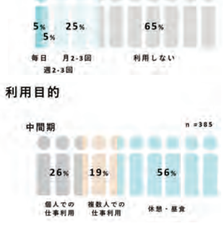
*4 方向の測定の平均値とした

WEB アンケート調査概要

季節	夏季	中間期	冬季
実施日程	8/8-8/15	11/10-11/17	3/4-3/11
回答数	21 票	56 票	21 票
回答人数	355 名	386 名	284 名
形式	インターネット上にて回答		

A｜利用実態

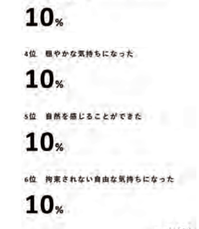
利用頻度



利用目的

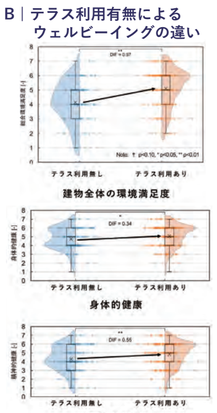
夏季・中間期では、6 割程度の執務者がテラスを利用し、2 割程度は週 2~3 回以上の高頻度での利用だった。一方、冬季では、利用者が 3 割程度となった。各季節で積極的に利用されていたが、冬季の活用度の低下が目立った。

テラスを利用し実感したこと



気持ちが良かった・新鮮な空気を吸えた・自然を感じられた等の屋外の環境を享受できる感想が多いことに加え、オフィスから距離を取れた・穏やかな気持ちになった等、心理的側面から執務室とは異なる環境をテラスに求めていることが明らかとなった。

B｜テラス利用有無による ウェルビーイングの違い



テラスを利用する習慣がある執務者は、そうでない執務者と比較して、建物全体への環境満足度が優位に高いことがわかった。さらに、身体的健康や精神的健康も優位に高いことがわかった。このことより、テラス利用が満足度やウェルビーイングに対して、ポジティブな影響を与えていることが示された。

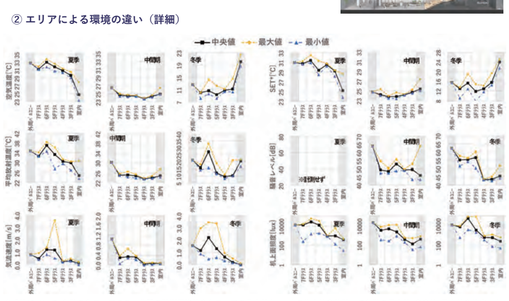
C｜エリアによるの環境・利用実態の違い

① エリアによる環境の違い（概要）

	騒音レベル	水平面照度	空気温度（夏）	気流速度（夏）	放射温度（夏）
外周バルコニー	64dB	20,500lux	33℃	0.8m/s	35℃
高層部テラス	50dB	3,500lux	32℃	1.0m/s	34℃
低層部テラス	50dB	300lux	30℃	0.3m/s	30℃

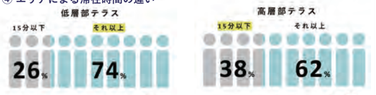
各エリア名称

② エリアによる環境の違い（詳細）



③ エリアによる利用目的の違い

④ エリアによる滞在時間の違い



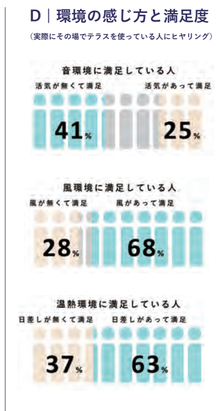
⑤ 季節による利用エリアの違い

3 季節において、各階の各エリアでの 5 分間の計測平均値を各エリアの代表値とし、その代表値を集計した各階の最大値・中央値・最小値を算出した。概して建物外周部のバルコニー・5~7 階のテラス・3~4 階のテラスという順に外部の影響を受けやすい傾向が見えてきた。

1) 空気温度・平均放射温度｜夏季では下階テラスほど空気温度が低く、冬季は下階ほど高かった。中間期では建物外周部のバルコニーと比較し、ボイド内のテラスは全体的に低かった。特に 3~4 階はテラスに挟まれる空調研究が薄暮し、日射が入りにくいため、環境が調整されたと考えられる。2) 気流速度｜北側に開かれた 5~7 階と、四周が閉じた 3~4 階で傾向が異なり、後者のエリアは風が落ち着いていた。3) SET*｜夏季・冬季において、3~4 階テラスでの SET* の最大値と最小値の幅が小さく、エリアによる違いが小さくなった。特に 3 階テラスにおいて夏は全体的に涼しく、冬は全体的に暖かい傾向となった。4) 騒音レベル｜線路に面した外周バルコニーと比較し、ボイド内の各テラスは小さく、特に 3~4 階テラスは小さい傾向となった。

D｜環境の感じ方と満足度

（実際にその場でテラスを使っている人にヒヤリング）



本テラスは多様な環境が形成され、静か・にぎやかなところ、日差しがある・日陰で暗めのところなど、様々な特徴のある環境が分布している。執務者の環境満足度と知覚している環境の傾向を分析したところ、例えば、高環境は、風が無くて満足している人と、風があって満足している人がいるということが見えてきた。よって、テラス環境のような半屋外空間においては、どちらの環境が良い・悪いということではなく、人の好みが存在し、それにより場所が選ばれるとも言えるのではないか。

E｜利用者属性による 利用頻度の高いエリア

利用者の属性（性格・性別）と、利用頻度が高いテラスのエリアを調査し、属性によって利用するエリアの傾向が異なることが見えてきた。例えば、開放性が低い性格の利用者は、オープンドックスな座席や、屋外感の低い環境を利用する一方で、開放性が高い利用者は、座席が異なったり、屋外感の高い環境を利用する傾向がみた。性別では、男性は一人で利用しやすい席やカウンター、 女性は複数人で話る座席を利用する傾向だった。

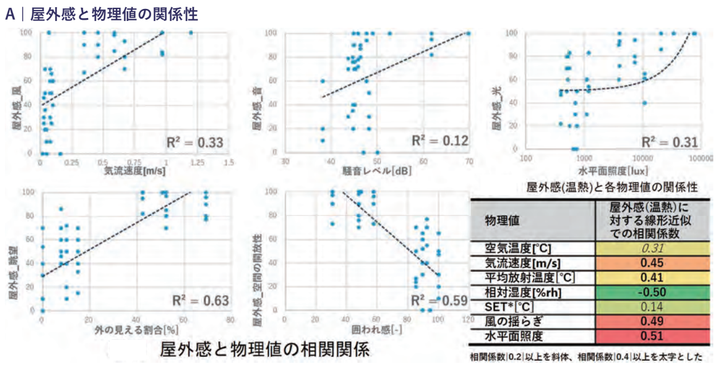
06｜更なる分析　屋外感とアクティビティの関係性

【参考文献】
原田、ボイド型テラス空間を有するオフィスの環境計画と利用実態調査（第 2 報）屋外感と各物理値・アクティビティの関係性、日本建築学会大会学術講演梗概集、2025
Environmental Gradatinal Office 屋外感の提案と環境グラデーショナルなワークプレイス , SABED 賞 , 社会人部門 2021 年

テラスのような半屋外環境は、外と内の中間領域であり、外を様々な要素で感じられる空間である。その空間の特徴を示すため、屋外の環境をどれほど感じるか表す「屋外感」という指標を提案した。現在はその「屋外感」と、物理値や各作業のしやすさの関係性を本計画を通して分析し、「屋外感」の更なる活用を目指している。具体的には、本建物において、被験者にテラスの各エリアに滞在をしてもらいながら、以下のような屋外を感じる度合いの申告や、各作業のしやすさを回答してもらい、同時に実測調査を行うことで、それらの関係性を分析した。

その結果、屋外感・物理値・各作業のしやすさにはある一定の相関関係があることが示され、屋外感のさらなる活用の可能性が見えてきた。

A｜屋外感と物理値の関係性



屋外感(温熱)と各物理値の関係性

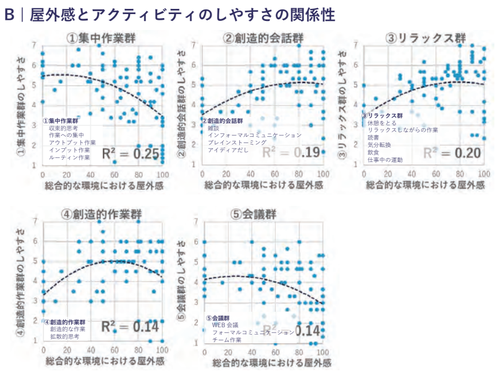
物理値	屋外感(温熱)に対する線形近似での相関係数
空気温度[℃]	0.32
気流速度[m/s]	0.45
平均放射温度[℃]	0.41
相対湿度[%rh]	-0.50
SET*[℃]	0.14
風の揺らぎ	0.49
水平面照度	0.51

相関係数|0.2|以上を斜体、相関係数|0.4|以上を太字とした

屋外感の各申告と各の際に暴露されていた物理値の相関関係を分析した。どの屋外感の項目においても、関連する物理値との相関関係がある程度確認され、屋外感が特定の物理環境の影響を受ける傾向が分かった。また温熱の屋外感に関しては、水平面照度・風の揺らぎ・気流速度の相関係数が特に大きくなり、日射や風の強さ・揺らぎが特に温熱の屋外感に影響する傾向が分かった。

このことからも、環境シミュレーション結果で算出されるような物理値をもとに、屋外感を求めるということには、一定の正しさがあると言える。

B｜屋外感とアクティビティのしやすさの関係性



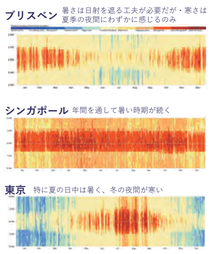
総合的な環境における屋外感と、各作業のしやすさの関係性を分析したところ、作業の内容によって、相関関係の傾向が異なることが示された。例えば、①集中作業群や⑤会議群は屋外感が高くなると作業がしにくくなる傾向が示された。②創造的会話群や③リラックス群は屋外感が低くなると作業がしにくくなる傾向が示された。④創造的作業群は、屋外感が中程度の場合に作業が最もしやすくなる傾向が示された。

これらのことから、屋外感の度合いに応じ、適切なアクティビティを想定したり、アクティビティに応じて屋外感の度合いを調整するような設計の方向性が今後考えられる。

07｜今後の可能性　半屋外空間の魅力と必要性

日本では、オフィスや商業施設などの比較的大規模な現代の建築物において、必ずしも積極的に半屋外空間が活用されているとは言えない。一方、シンガポールやブリスベンを訪れた際には、そのような建築にも、半屋外空間が積極的に配置され、しかもそこにはファンやヒーター、自動開閉する窓などの設備が設置され、積極的に活用する「意思」を感じた。シンガポールは年中暑いので涼しくする対応のみすれば良く、ブリスベンは年間を通して穏やかな気候で、日差しを遮り少し設備を入れれば半屋外が快適になる。一方で東京は、暑くて寒く、気持ちの良い季節が限られ、半屋外の活用には課題もある。ただ、今後地球温暖化が進むことで暖冬となり、気持ちの良い季節が増える可能性もある。夏季もより酷暑となれば、現状で環境的にケアされていない屋外空間を半屋外化する必要性にも迫られるかもしれない。もちろん半屋外空間は、建築空間として魅力的であり、さらに室内空間の稼働率を下げる・室内のバッファー機能として機能するなどの、省エネ・快適性の向上も工夫次第ではできる可能性がある。今後、半屋外空間の必要性と魅力の両面から、需要が増えると考え、今後も提案・調査を進めていきたい。

各地域の UTCI の傾向

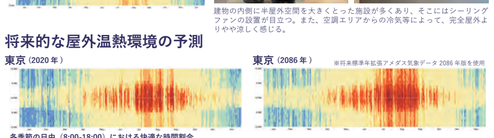


各地域の半屋外空間

建物の外周部に半屋外空間を大きく取った商業施設が多くあり、そこにはパネルヒーターやシーリングファンの設置が目立つ。

建物の内側に半屋外空間を大きくとった施設が多くあり、そこにはシーリングファンの設置が目立つ。また、空調エリアからの冷気等によって、完全屋外よりやや涼しく感じる。

将来的な屋外温熱環境の予測



将来的な地球温暖化の影響で、春・夏・秋は暑くなる時間帯が多くなり快適な時間割合が減少するが、冬はその分暖かくなることで、快適な時間割合が増加。特に半屋外空間においては、暑い側の対策は、日射を遮る・ファンを設置する・ミストを噴霧するなど、対策が比較的容易だと考えられ、将来的には、暖冬となることで、全体的に半屋外空間を活用しやすくなる可能性があるのではないか。