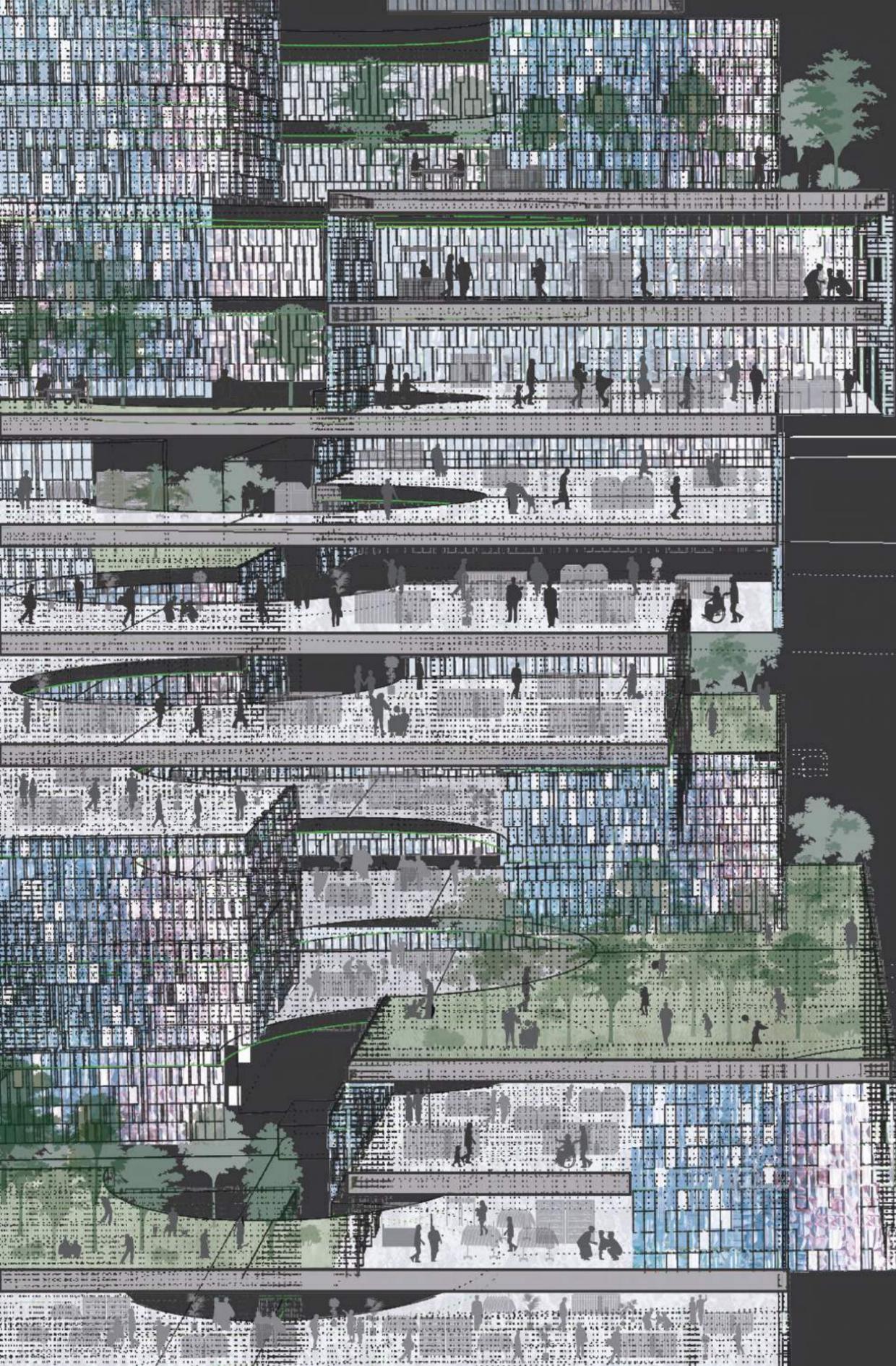


HOMEOSTASIS in Architecture

建築における快適性の恒常化のための試行

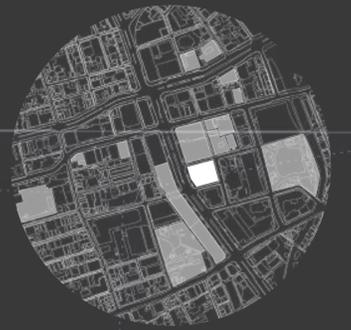


01. 敷地背景

福岡の中心地である天神は「天神ビッグバン」による規制緩和によって、次々にビルが建て替わり街の地形を変えている。その建て替え計画の中の一つである「福岡 MM ビル」は IMS という愛称で天神のキーステーションとして福岡の人々に長年愛された商業施設であった。

本提案では今年度の8月末に閉店を迎え、建て替えを待つ「福岡 MM ビル」の跡地を舞台に IMS のエッセンスを引き継ぎながらも、変化を続ける街並みに呼応する新たな商業施設の形を模索した。

本プレゼンシートでは紙面の関係上、主に環境シミュレーションの分析等の言及が中心となるが、周辺の通りとの関係性や IMS のシンボルである中央の大きな吹き抜けを踏襲する等、デザイン的な視点も踏まえながら設計を行った。



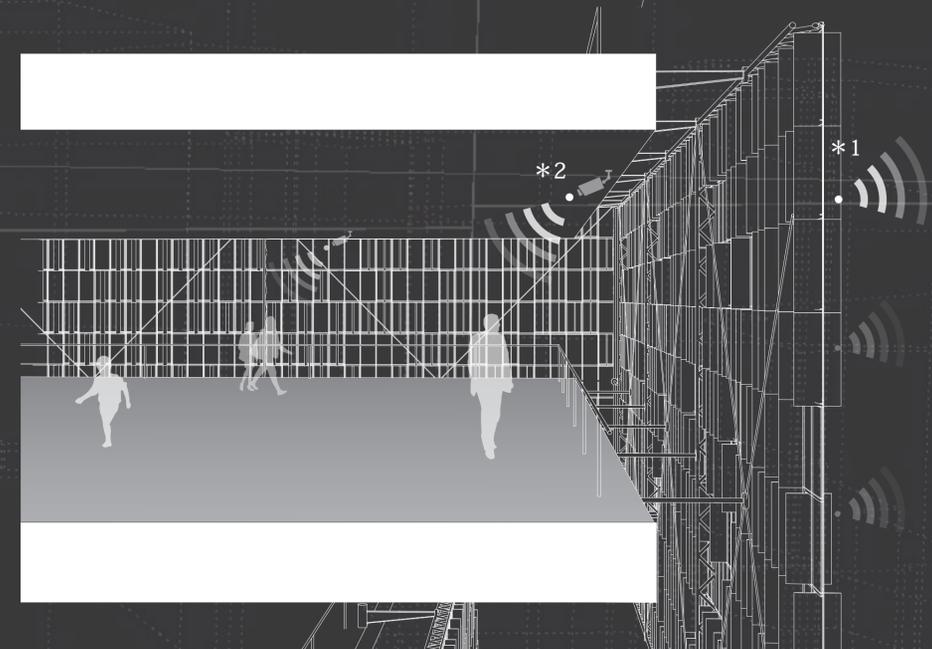
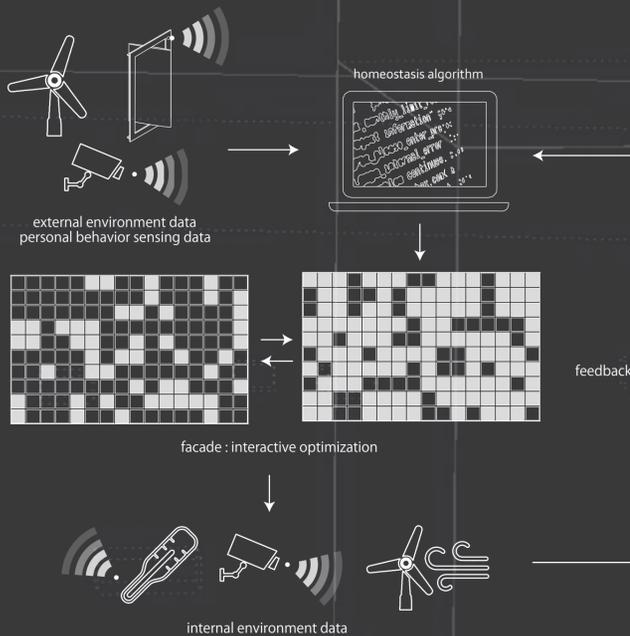
02. コンセプト

環境シミュレーションを基に建物の形態を決定する際、一年を通じての「ひとつの最適解」として形態を見出すことが多いように感じる。ただ、この手法で建築をひとつの固定した形に決定してしまうと、全体的にみると最適化されているものの、個別のある一日、ある一瞬をみたとき、当たり前だが平均的に想定された基準の環境とその瞬間の環境は異なることがほとんどである。「ひとつの最適解」によってもたらされる環境は個別の瞬間の環境に最適なものではない。

さて、一方で向日葵は太陽の方角に合わせて花の向きを変え、動物たちは季節に合わせて換毛を行う。建築もこのようにその季節、その瞬間の環境に合わせて自分自身の形を最適化することはできないだろうか。本提案では生物たちが持つ「ホメオスタシス」に倣い、建築にも同様の概念を適用することを試みた。

03. 提案システム

Homeostasis system - 周辺環境に呼応するファサードシステムの提案 -

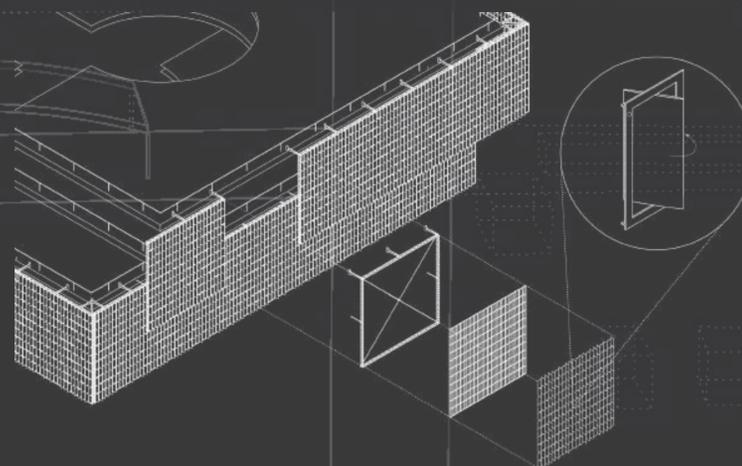


▲ 建物内部断面 システム配置図

*1 モジュール内のセンサーが照度や風速、風向を常に測定する。

◀ Homeostasis System 仕組み

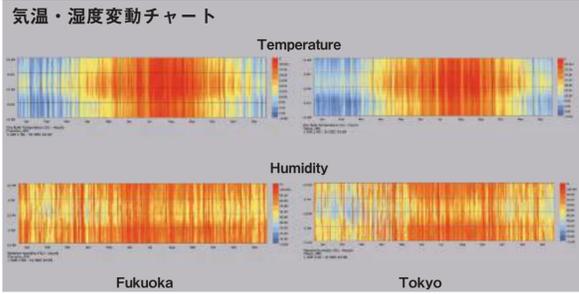
*2 建物内においてはカメラ、センサーにより人間の動きを把握する。また、温度・湿度、風速等も建物内の各所で記録され、これらのデータはシステムの性能向上のため、アルゴリズムへのフィードバックとなる。



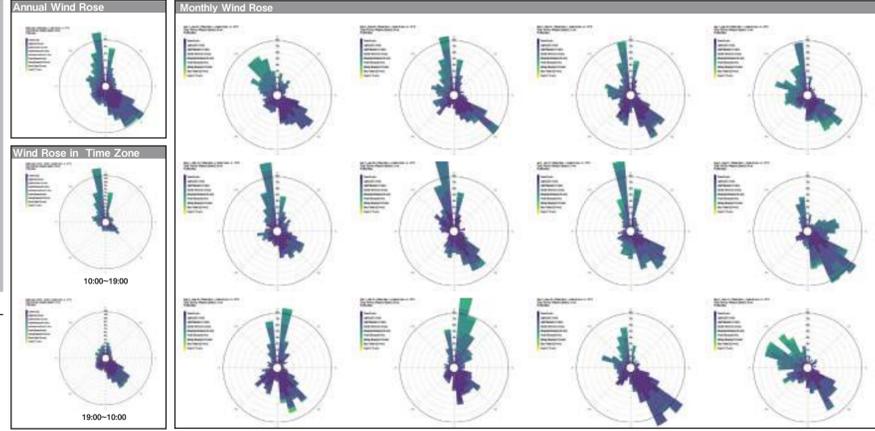
Homeostasis system はコンセプト通り、建物における「快適性の恒常化」のために新たに考案したシステムである。上図の通り、提案する建物は全て半屋外の空間となっており、空間と外部の境目に設置する新たな外壁面としてインタラクティブに開閉する 1,000 mm×500 mm のセンサー付き壁面モジュールを設計した(本モジュールに関しては実際にモックアップの作成を行っている)。システムの概要は、モジュール自身についた照度、風速・風向センサーのデータ、また室内に設置されているカメラにより人々の行動データをオンタイムで取得し、それらのデータを基に室内の快適性を最大化するためのアルゴリズム(homeostasis algorithm)によって個々のモジュールの開閉角度を決定する。これらによって最適化された室内の環境のデータは再度各地点でのセンサーにより取得され、アルゴリズムの改良のためのフィードバックとして蓄積が行われる。

以降では、上記アルゴリズムの生成のために必要と考える、各種解析対象に関して分析を行い、パターン化やシステムの構築を行った。

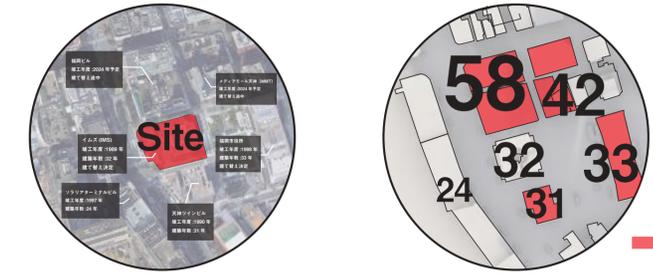
03. 敷地の環境について



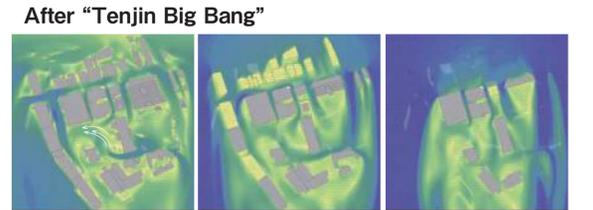
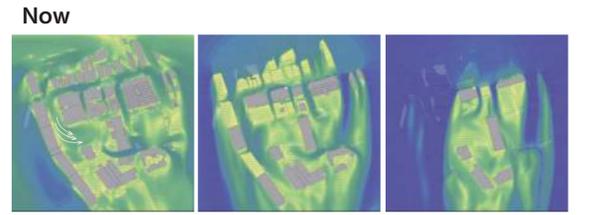
analysis
福岡市の気候に関して、東京と比べると高温高湿なことがわかる。風は北に海が隣接していることから北と南東からの卓越風があることがわかる。月別で見ると年中北風と南東の風が吹いており、時間別に見てみると、日中は海風である北からの卓越風が、夕方から朝方にかけて陸風である南東の卓越風が吹いていることがわかる。



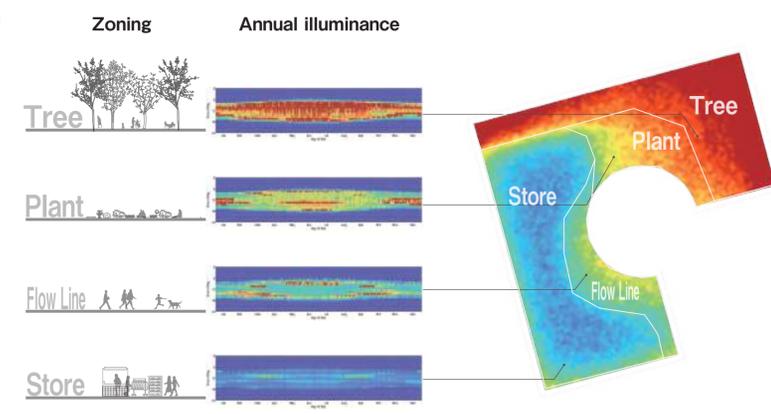
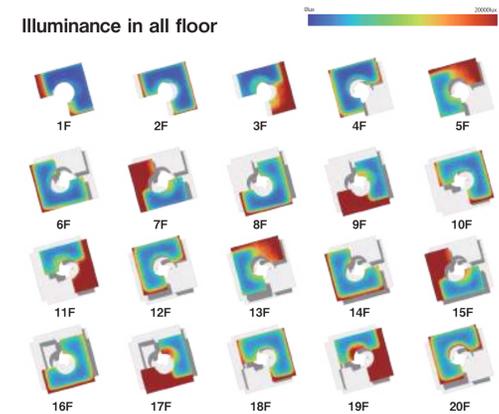
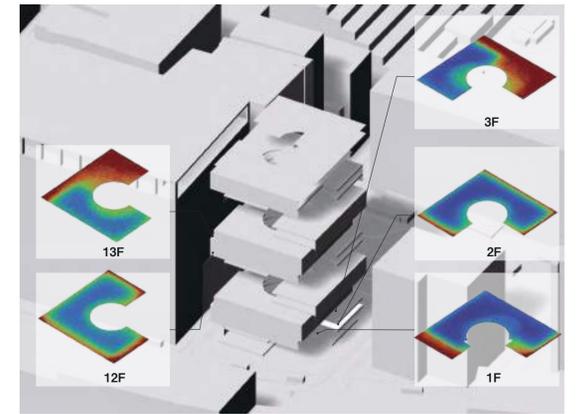
04. 固定化されることのない周辺環境



Surrounding Buidings **Age of the Buidings**
上の図は敷地周辺の建て替え予定と築年数を図示したものである。今回の敷地周辺では特に再開発が進んでおり、赤で塗った現在建て替えの予定があるものに加えてさらに再開発が進んでいるものがある。これは敷地の環境にも作用しており、例えば右の図は現在進行中の再開発が始まる前と後の建物でCFD解析をかけたものだが敷地に対して入る風の向きが変わっていることがわかる。



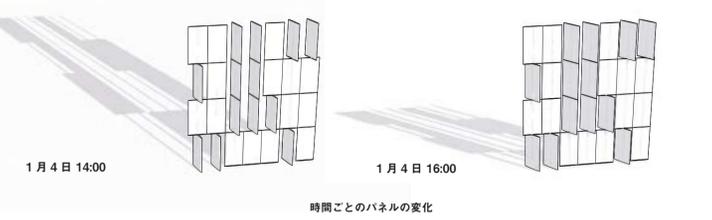
05. 光環境によるゾーニングの決定



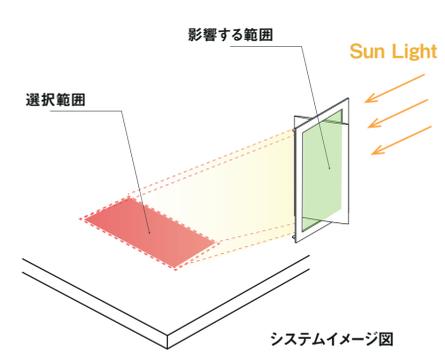
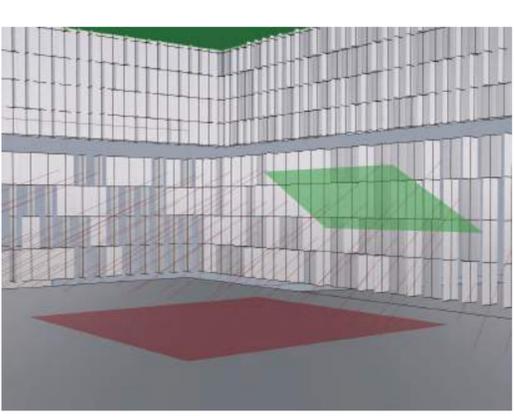
まず壁が何もない状態の建物で照度解析を行いおおまかなゾーニングを行った。全フロアの照度解析をみるとスラブをずらした影響で、明るい空間が螺旋状に存在する。日光の当たる明るい場所は植栽ゾーン(平均照度の高いほうから高木ゾーン、低木・下草ゾーン)光が入らず比較的負荷が少ないであろう空間を空調完備の閉じた空間になるであろう店舗ゾーンに、吹き抜けに面した中程度に明るい場所を動線とした。

06. 時間ごとに変わるモジュールの回転角度

実際に日射を取り込む際、ただ壁面に対して90度回転させるのではなく、太陽の光に対して平行に傾けることにより、最大日射を取り込むことが出来る。その為、Ladybugを用いて光の方向を分析しそれぞれの開口部にあった回転を行うようシステムを構築した。実際に時間、季節によって適切な向きは全く異なり特に何中高度の低い冬では二時間の間であっても形でも認識出来るほど変化が生じている。

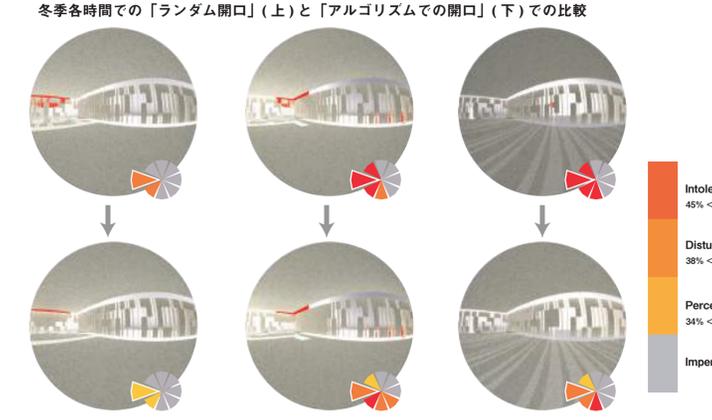
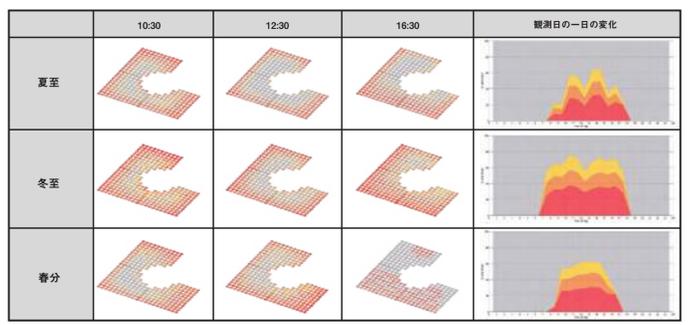
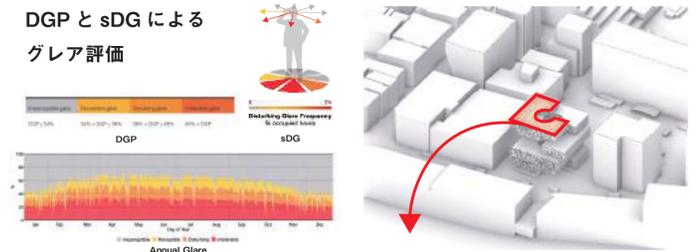


07. 直射光の位置対応



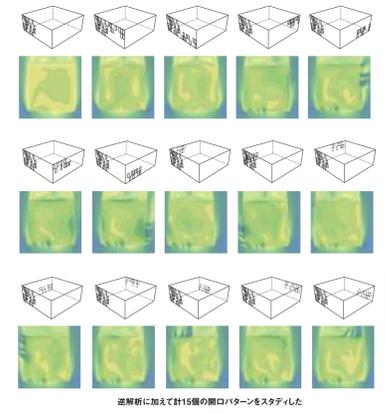
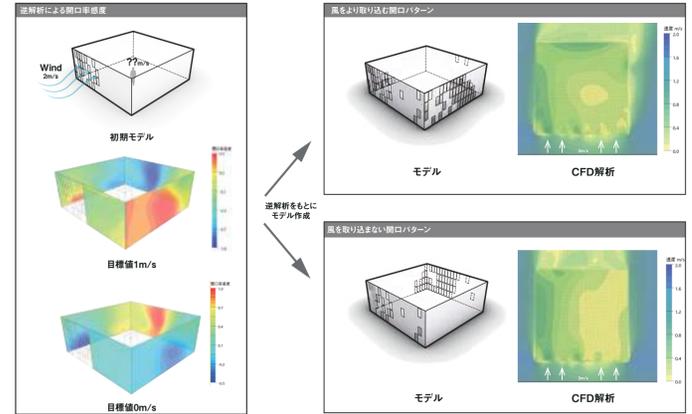
Homeostasis systemでは人感センサーにより人の場所を感知して、その人が快適になるようにモジュールがオンタイムで変化する。これを実現するためには各モジュールがどのエリアの環境に影響を及ぼしているかを把握する必要がある。今回の提案では日射に関して、時間を指定して面を生成すると、その時間にその面に影響する壁面を明示するGHコードをLadybugを用いて作成した。これにより人がこの建物内のある地点にいるときに、その人の環境に影響を及ぼすモジュールを対応させることができる。

08. グレア評価



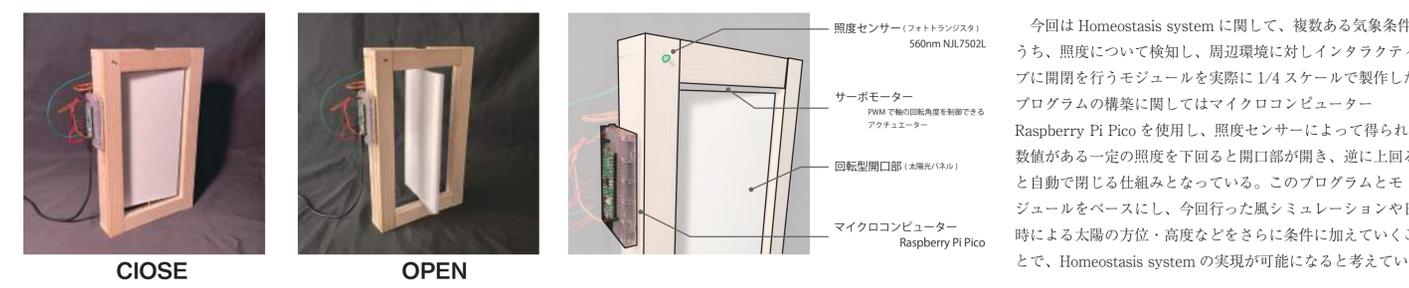
チャートを見てわかる通り、グレアは時間ごとに発生箇所が位置ごとに異なる。また、夏至では西日の影響が、冬場は何中高度の影響により朝日と西日の影響がある。DGP,sDGP計測により、人がどれくらいの身長でどの方向を向いているかで不快グレアを感じる場所を測定することが出来る。また、今回のシステムでは年間グレア分布が計測できるため、年間を通じてある程度のグレア源の予測を立てることが出来る。その為、今回のシステムにおいてセンサーを用いて人物の身長、方向を計測することでシステムの中にグレア源についてのデータを取り込み、人がグレアの発生する場所にいた場合それに呼応して影響するモジュールが閉じるようなシステムを提案する。

09. 逆解析による通風のパターン化



今回は通風を開口のパターンで制御する目的でCFD解析の逆解析を行った。予め開口を開けているテスト用のモデルに対して目標風速を0m/sと1m/sに設定して逆解析を行い、開口率感度を求めた。そこからそれぞれの結果をもとに開口の数は変えずに開口率感度の高いものを優先的に開けたもので比較してみると室内の通風に大きな変化があった。このように開ける場所を変えるだけで室内の通風は大きく変化する。Homeostasis systemでは各モジュールに風速計がついており、外気の流れを読み取って、このように蓄積された解析データをもとに、建物内の人間に快適な風が吹くようオンタイムで開口パターンが変化する。

10. 1/4スケールモックアップ



今回は Homeostasis system に関して、複数ある気象条件のうち、照度について検知し、周辺環境に対しインタラクティブに開閉を行うモジュールを実際に1/4スケールで製作した。プログラムの構築に関してはマイクロコンピューター Raspberry Pi Pico を使用し、照度センサーによって得られる数値がある一定の照度を下回ると開口部が開き、逆に上回ると自動で閉じる仕組みとなっている。このプログラムとモジュールをベースにし、今回行った風シミュレーションや日時による太陽の方位・高度などをさらに条件に加えていくことで、Homeostasis system の実現が可能になると考えている。