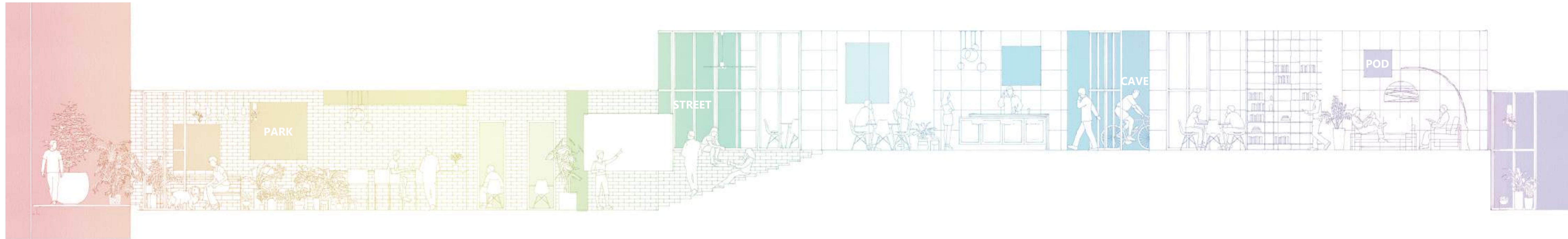
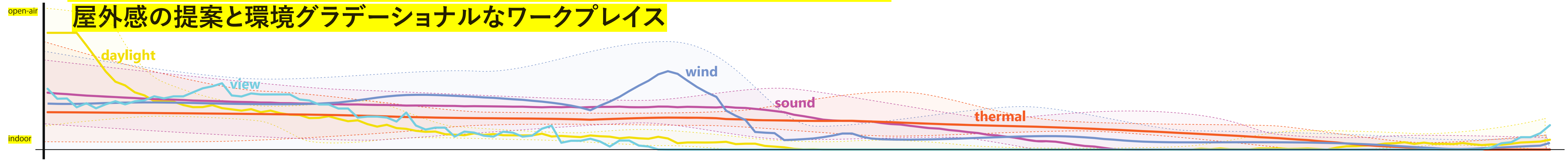


# Environmental Gradational Office

## 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



## Background & Concept

### 屋外との距離感を再考する

屋外との繋がりを室内環境に持たせることは、バイオフィリックな空間を創出し健康性・知的生産性・快適性に貢献出来る、環境の多様性が生まれ選択肢の幅が広がる、人間の環境への許容が広がる等、メリットが多い。一方で、完全に屋外に開くと不安定な環境になりやすく、不快な時期もあるため、コントロールが難しい。そこで、閉じた空間と開けた空間を距離を持たせて繋ぐことで、その両者の特性を併せ持ち、コントロールしやすい適切なグラデーションのある空間を作ることはできないかと考えた。

さらにそのような空間で過ごすことにより、環境との距離感を再考し、自然との共存を目指すための人間の感覚をアップデートする建築を目指したいと考えた。

### Background

#### 屋外環境との繋がりを室内空間に持たせることのメリット

- ①自然との繋がりが(バイオフィリック)を建築に持たせ、健康性・知的生産性・快適性へ貢献できる
- ②環境の多様性が生まれ、選択の幅が広がり、結果的に利用者の満足度が上がる
- ③人の環境への許容幅が広がり、結果的に省エネにつながる
- ④建築とランドスケープ、都市との関係をより強く持たせることができる

+

地球環境とともに生きるには自然との共存によって適切な距離感を見直しサステナブルな暮らし方を再考する必要がある

### Concept

外と繋がりは高いが不安定な環境 + 安定した環境だが外との繋がりが低い → 2つが混ざってしまう状態



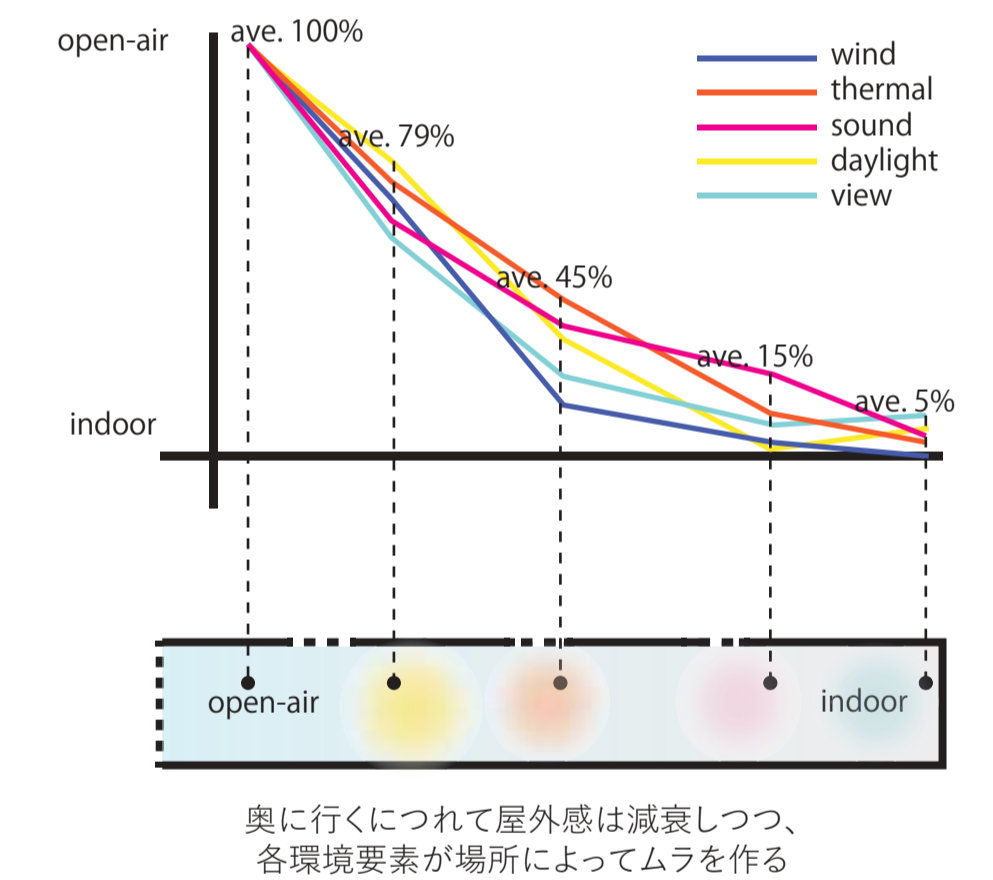
様々な好みの人に対応できる環境グラデーショナルな空間  
→ このような環境で過ごすことにより、屋外環境・社会環境・地球環境との距離感を覚え、自然と共存するための感覚をアップデートする

## Solution

### 屋外との距離感を数値化する

屋外との距離感を、何らかの指標で表せないかと考えた。そこで、本提案では「屋外感」という指標を提案した。まず概念として、各環境要素に対して、屋外感をパーセンテージで表すものとし、室内感が強くなるほど数値が小さくなるとした。次に、各環境要素において屋外感を評価する物理値を定め、その物理値が最も屋外に近い値を100%、最も小さい値、もしくは最も一般的な室内に近い値を0%と考え数値化した。最後に各環境要素の屋外感を平均し、総合的な屋外感とした。

屋外感  
↓  
屋外との距離感・感じやすさを各環境要素で総合的に示したもの



奥に行くにつれて屋外感は減衰しつつ、各環境要素が場所によってムラを作る

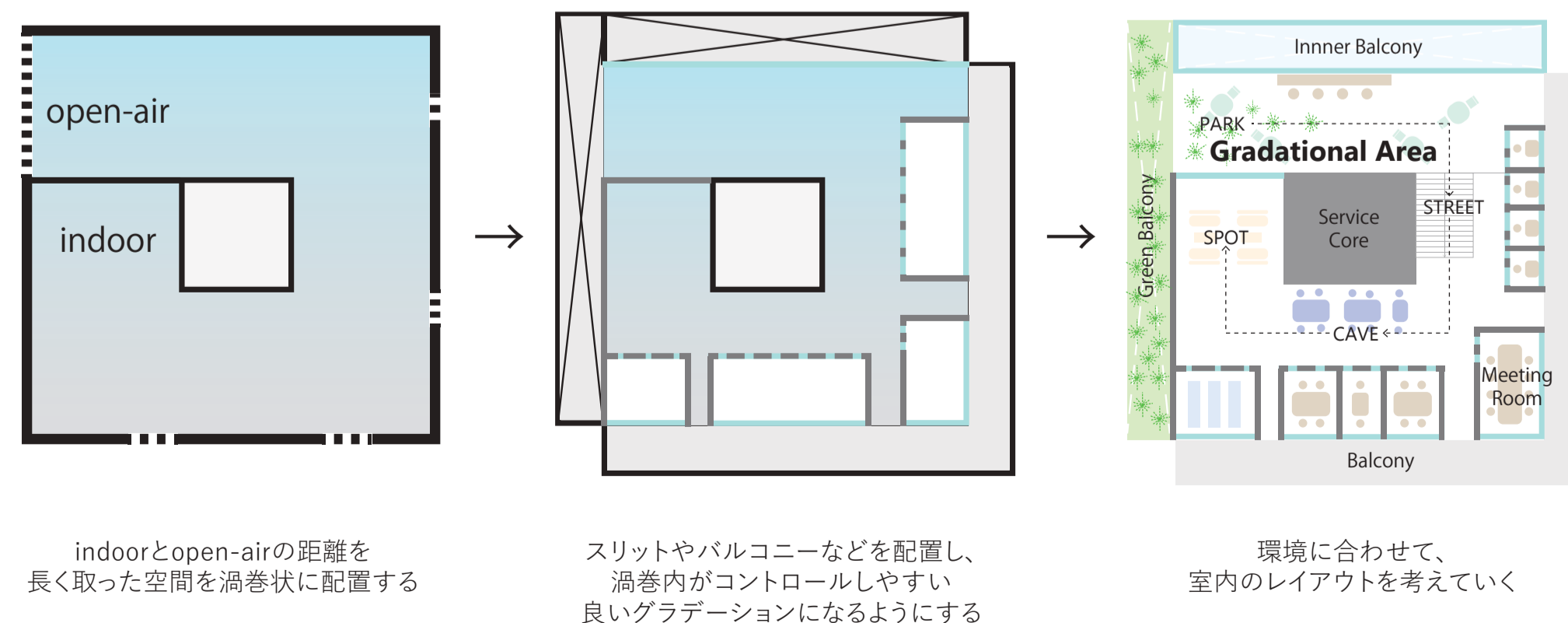
## Design Diagram

### 渦巻状にして屋外感のグラデーションをコントロールする

閉じた空間と開けた空間を組み合わせ、それをグラデーショナルに繋げるためには、2つの空間を一体に繋げ、なおかつその距離をできるだけ長く取ることが大事と考え、オフィス空間を渦巻状にすることを考えた。

さらに、一体空間の環境をグラデーショナルに変化させていくため、バルコニーやスリットによって、各環境要素をコントロールしながら室内にとりいれて行き、その環境に合わせてアクティビティを配置していった。

バルコニーやスリットは可動部分を設け、季節や天候に応じて変化する屋外環境に対して、ある程度快適な環境を保ちつつ、どの季節でも環境が屋外から室内へとグラデーショナルに変化させることを考えた。



### 環境を可視化し、調整し、移動しながら使いこなす

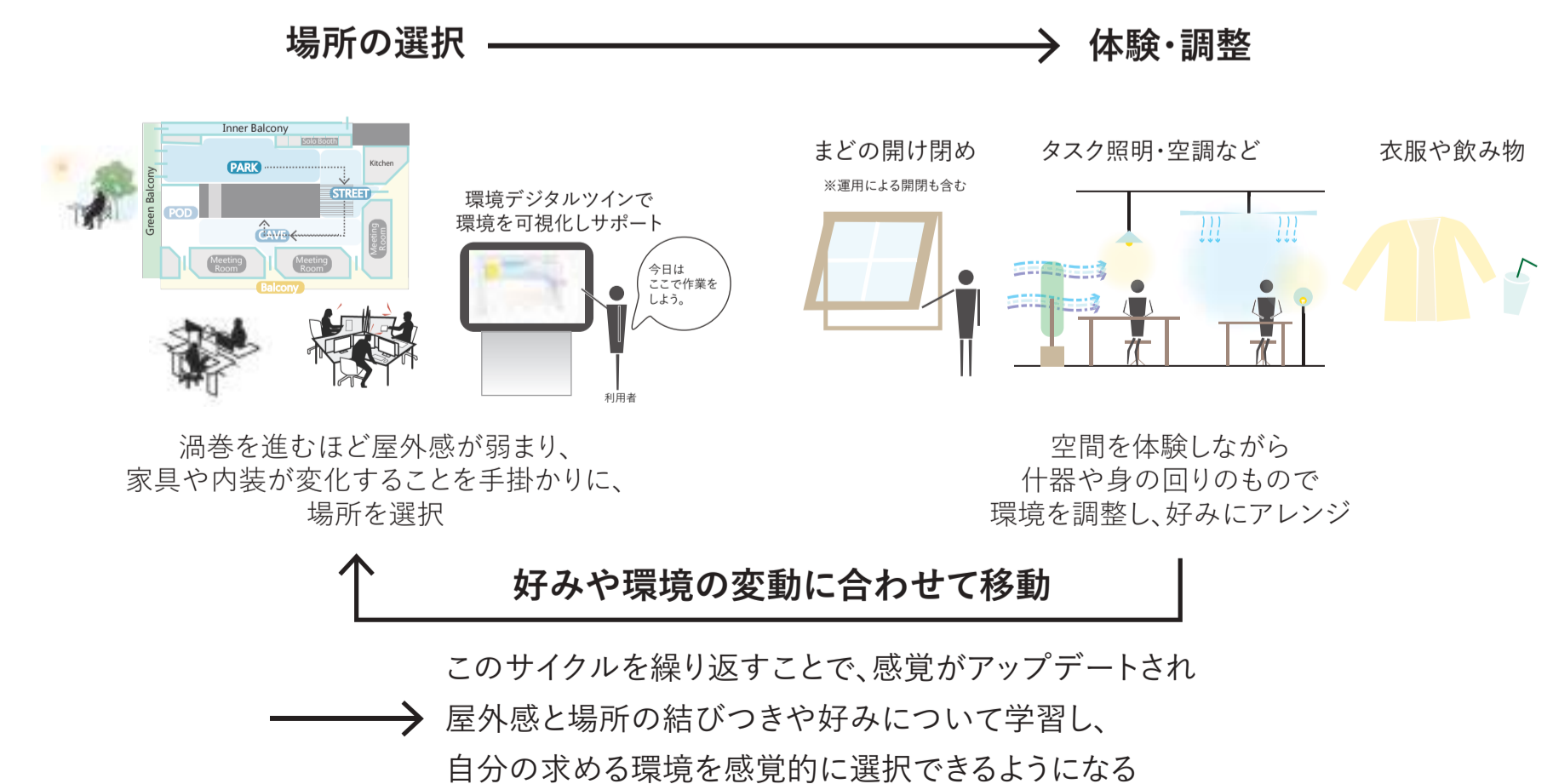
環境グラデーショナルなワークプレイスは、コントロールしやすい快適なグラデーション環境とはいえ、季節や時間による変動を受け入れている。そのため、利用者自身が上手く使いこなす必要がある。

そこで、それをサポートするための仕組みを考えた。まずは環境デジタルツインによって現在の室内環境を可視化し、利用者はその日の室内環境を確認する。

次に、予め環境に幅を持たせたGradational areaは渦巻を進むほど屋外感が弱まり、それに合わせて家具や内装が変化していくのを手掛かりに、移動しながら使用する。更に、窓を開け閉めしたり、家具で環境を調整することで自分の好みに合わせていく。

これらのサイクルを繰り返すことで、屋外との距離感が感覚的に分かるようになり、自分で環境をうまく選択できるようになっていくと考えた。

### 利用者が屋外との距離感を培うサイクル

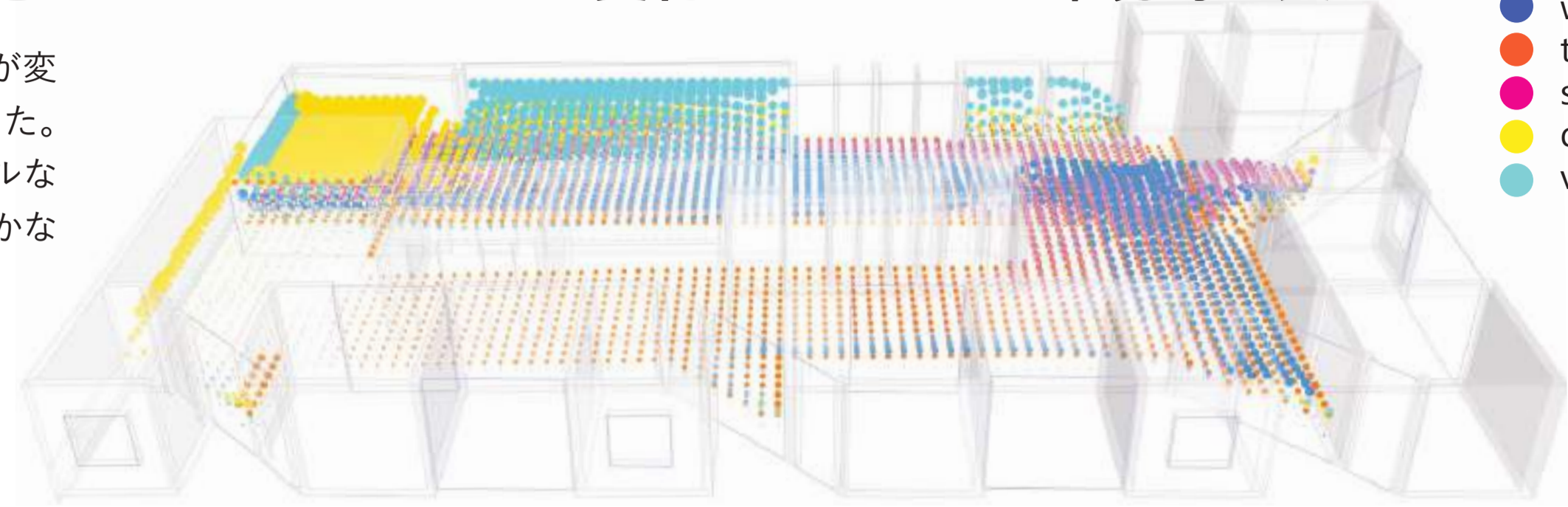




# Outdoor Feeling Map & Environmental Items

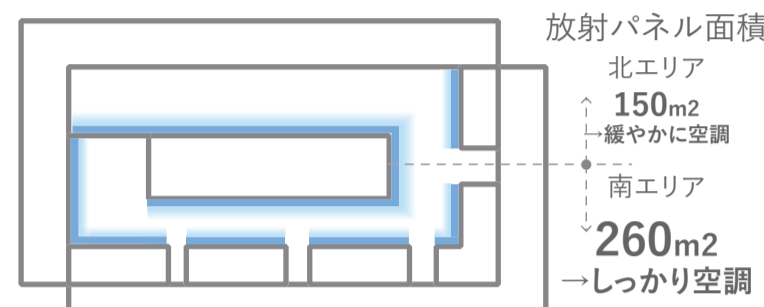
## 屋外感の可視化と、屋外感をグラデーショナルに変化させるための環境的工夫

Gradational Areaの屋外との距離感が変化していく様子を屋外感により可視化した。また、快適に調整されたグラデーショナルな環境を形成するため、環境的に様々な細かな工夫をちりばめた。



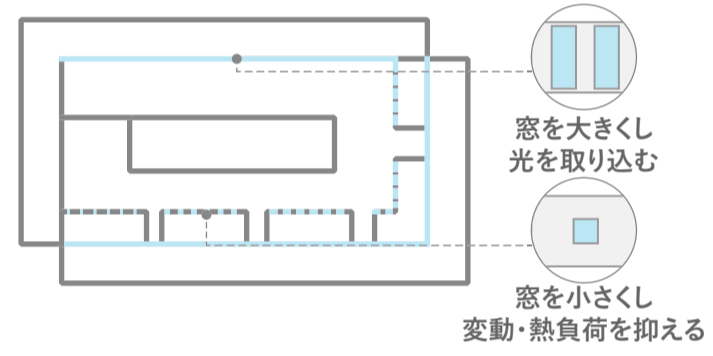
- wind
- thermal
- sound
- daylight
- view

### 放射パネルの配置を決める

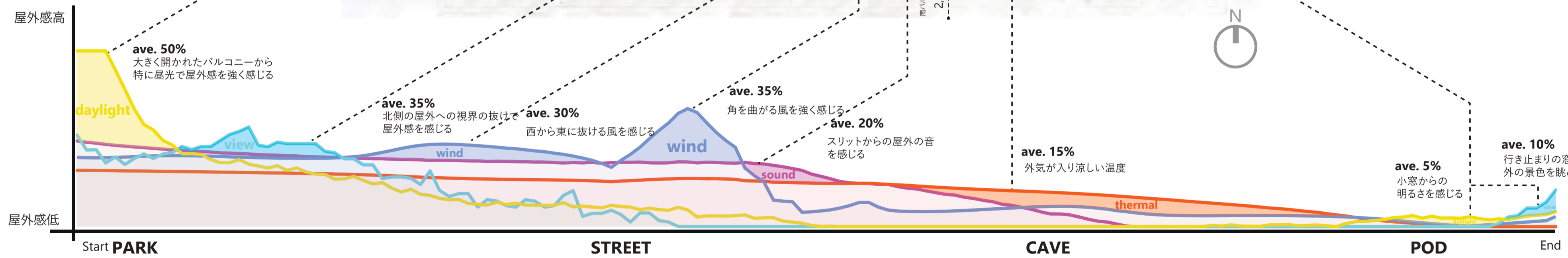


コア回りやミーティングエリアの壁に放射パネルを配置し、オープンエアでありつつ、快適な温熱環境になるようにした。夏季はオープンエアにすると若干の結露が想定されるので結露許容型を想定。

### ガラス窓配置をグラデーショナルに調整



光環境や視環境をグラデーショナルに変化させるため、北側のポイドや壁面はガラスを多く配置し、南面にかけて、ガラス面積を減らした。なお、ミーティングエリアに対して配置された窓も開閉可能であり、自然換気できることを想定している。

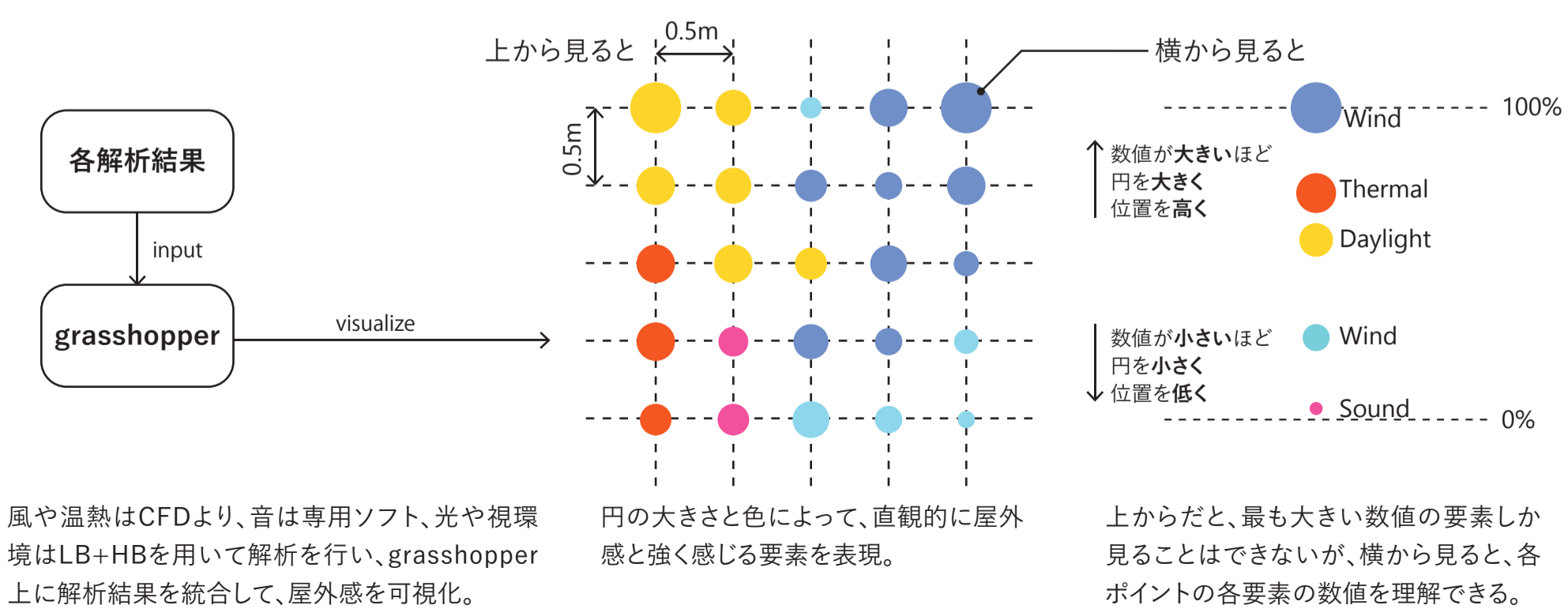


## 屋外感の算出方法

	評価に用いる物理値	解析条件	100%の値	0%の値
Wind	風速[m/s]	4月の卓越風向及び平均風速	1.5m/s 気流感を十分に感じられる値	0m/s 一般的なオフィス
Thermal	作用温度[°C]	4月の12時晴天日	16°C 4月の平均外気温	22°C 一般的なオフィス
Sound	音圧レベル[dB]	日中の平均的な屋外騒音	65dB 滞留空間としての最大値	45dB 一般的なオフィス
Daylight	机上照度[lux]	年間の9:00-15:00における平均値	3000lux 十分な明るさを感じられる値	50lux 最小限の明るさ
View	視野内に占める屋外景色の割合[%]	屋外景色	25%	5%

各環境要素の屋外感とは各環境の解析結果をもとに、評価をしていった。評価方法は表に示すとおりであり、各環境要素によってその定義の仕方は異なるが、大きい方向性として、快適な範囲の最大値を100%、一般的なオフィス空間での値や快適な範囲での最小値を0%とした。今回は1つの絶対値による評価を行ったが、複数の時刻や気象条件にける結果の変動幅を見て評価するなど、他の評価方法が有効な可能性もある。今後、発展させていきたい。

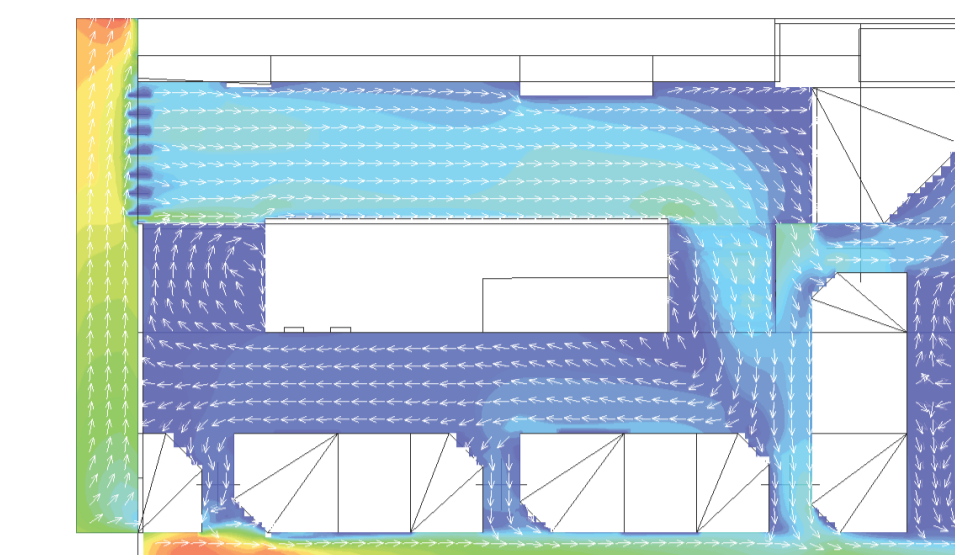
## 屋外感マッピングの可視化方法



## Indoor Environment

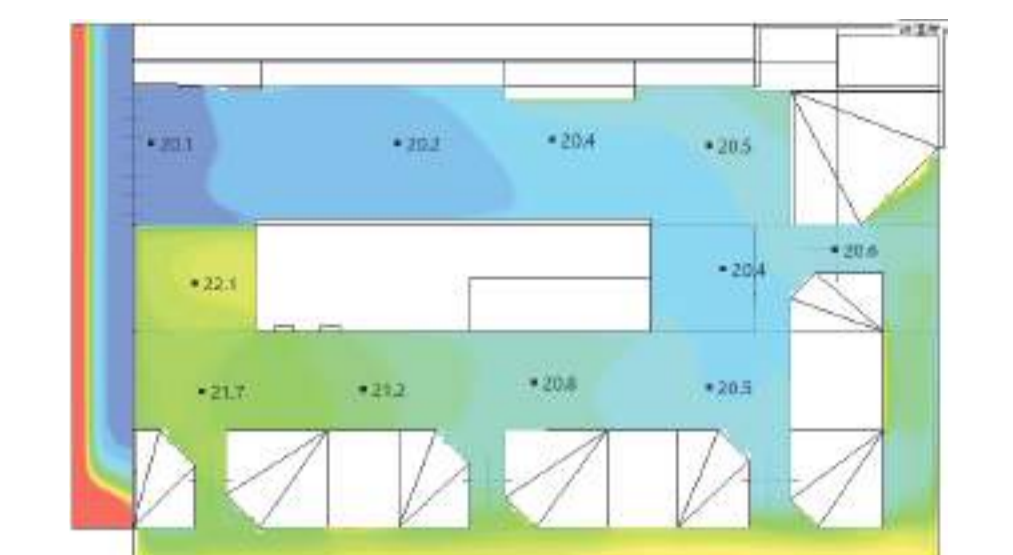
※屋外感評価に使用した結果

### Wind(Spring/Autumn) Wind Speed & Direction



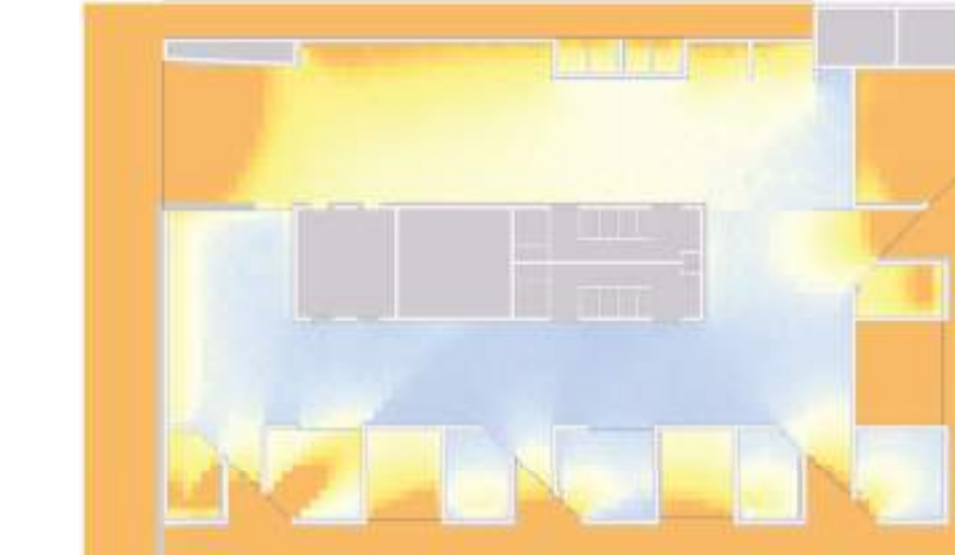
南西からの卓越風を西側の大開口から取り込み、その後各スリットから風が抜ける。手前のスリット幅を大きくすることで気流感を感じやすく、奥で落ち着いた気流感となっている。

### Thermal(Spring/Autumn) Operative Temperature



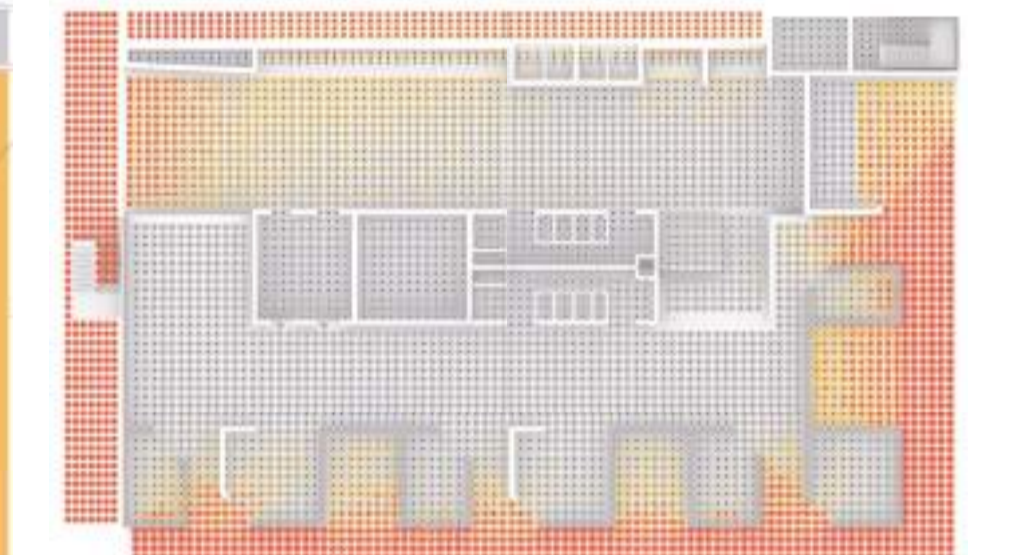
風の流れに合わせて、西側の大開口がほぼ外気温となり、そこから内部発熱負荷や躯体負荷によって徐々に温度が上がり、最奥で22°C程度。自然換気を行う居室における快適な範囲内で温度差を生み出せるようにした。

### Light Desk Level Illuminance (annual average of 9am-3pm)



北側はバルコニーに面した開口を大きくすることで光環境を明るく3000-500lux、南側は開口を小さくすることで、100lux前後の落ち着いた明るさとなっている。実際には南側は用途に応じてタスクライトなどを併用することとなる。

### Light Annual Glare Percentage (DGP, above 44)



西側の大開口や一部のミーティングルームではグレアが高くなっているが、それ以外の空間のほとんどにおいてグレアは発生しておらず、屋光を取り入れつつ快適な光環境になっている。

### Sound Sound Pressure Level



西側の大開口から屋外の音を取り込み、北側エリアでは賑わいを創造する。奥に行くにつれ屋外の音は小さくなり、最奥では一般的なオフィス同様の騒音レベルとなる。東側の高速道路の騒音制御が課題だが、回転扉とスリットの吸音面により音を減衰させ、その影響を抑えることができた。

### Outside View Percentage of Outside View



グラデーショナルエリアの北側から南側にかけて、徐々に外の見える割合を小さくし、奥に入っていく感覚を演出する。渦巻の最後は西側に横スリット窓があるため、そこから外が限定的に見えるように工夫されている。

# How to work

## 季節や人によって変化する使い方

季節や一日の中で変化する環境を移動しながら使いこなす利用者を想定した。利用者の好みや感覚は様々であり、使い方は決まりきったものではなく、その人次第である。そこで、様々なペルソナを設定し、とある一日の過ごし方を、タイムラインで考えてみた。なお、本提案では、利用者が様々な環境を使いこなす手がかりとして、環境デジタルツインによって温熱環境や光環境を可視化するサイネージを設置することを想定した。何よりも大事なことは利用者が自分の感覚を頼りに過ごすことだが、この仕組みは、その手助けとして機能する。

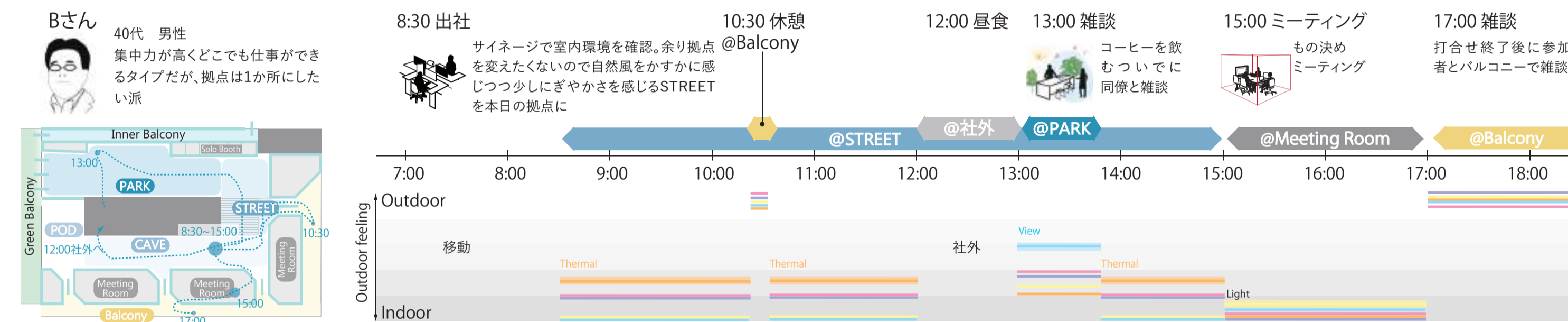


### 春のとある一日

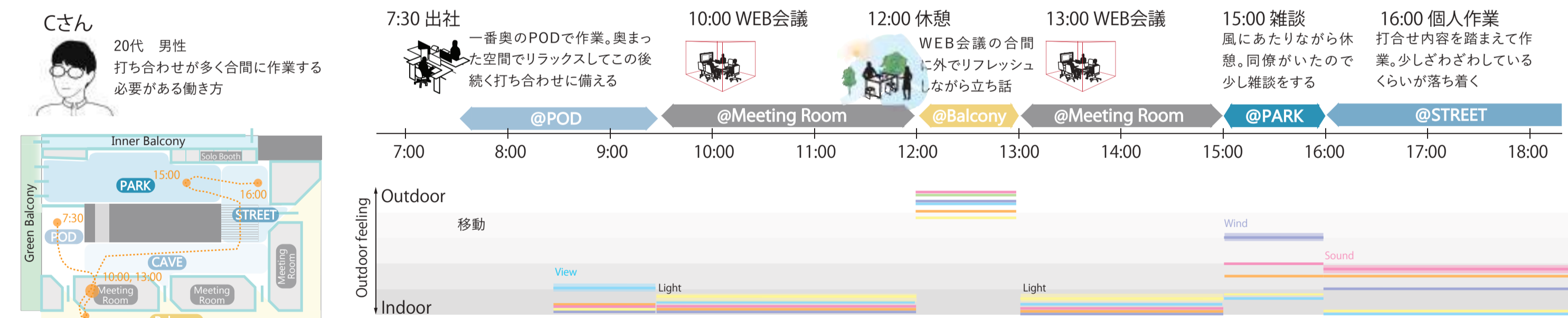
アクティブに屋内外を移動しながら一日を過ごす



拠点を決めて、雑談や休憩時に屋外を活用

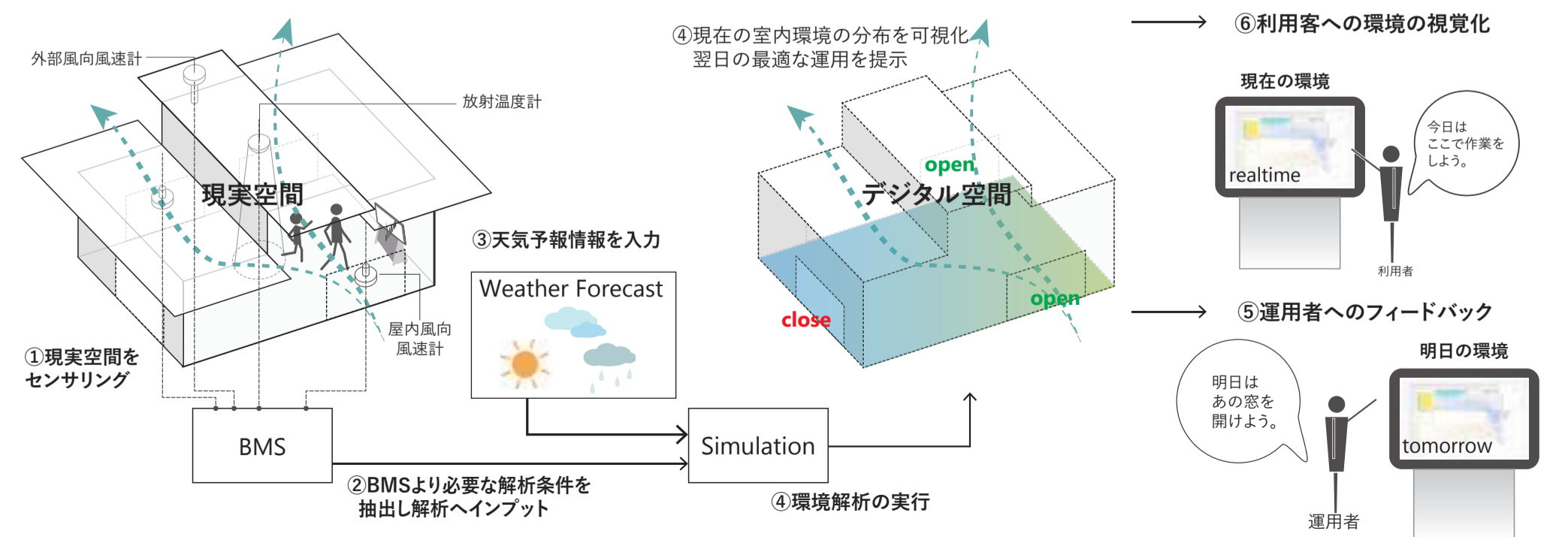


打ち合わせの場所に合わせて空間を選んでいく



### 環境デジタルツインによる室内環境の可視化

中央監視データや天気予報に合わせて、室内環境をシミュレーションで可視化する技術である。この技術は2つの役割を担う。一つは利用者に対して、現在の屋外環境をベースとしてリアルタイムに環境解析を実行して可視化し、現在の室内環境を確認し場所を選ぶための手助けとして機能する。もう一つは、運用者に対して、翌日の天気予報をベースにしたフィードフォワードな環境解析を実施し、窓開閉や空調制御の運用の手がかりとして機能する。この技術の一部は既に実プロジェクトで実装されつつあり、今後も機能を拡張していきたい。

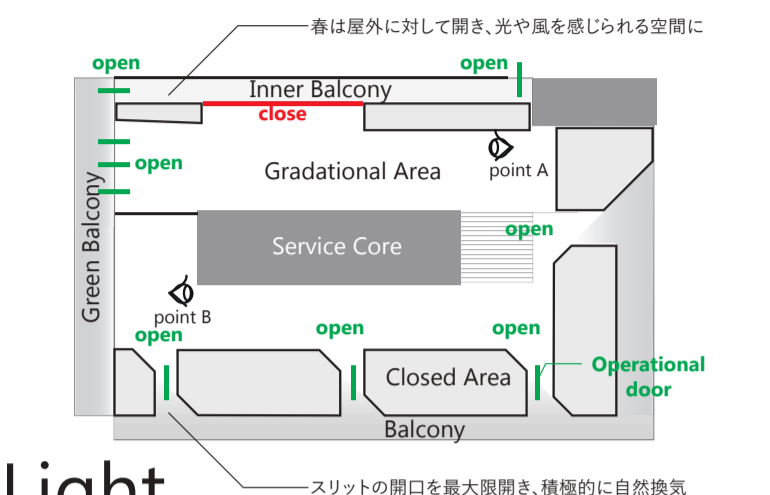


# Seasonal Environment

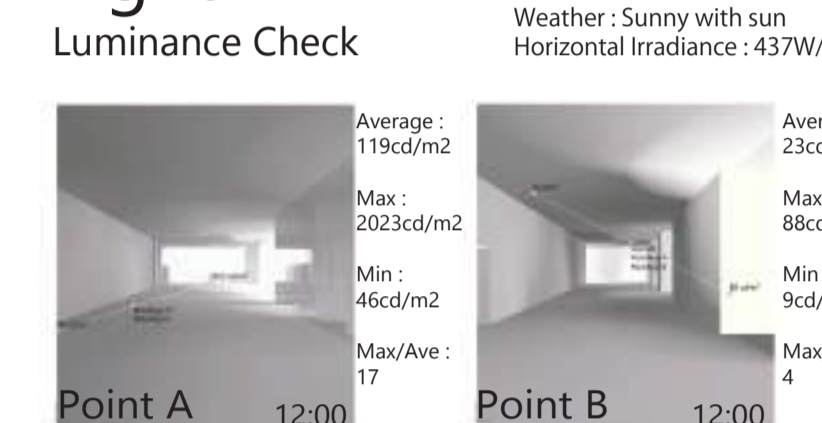
## 季節や時間によって変化する環境

### Spring/Autumn Operation

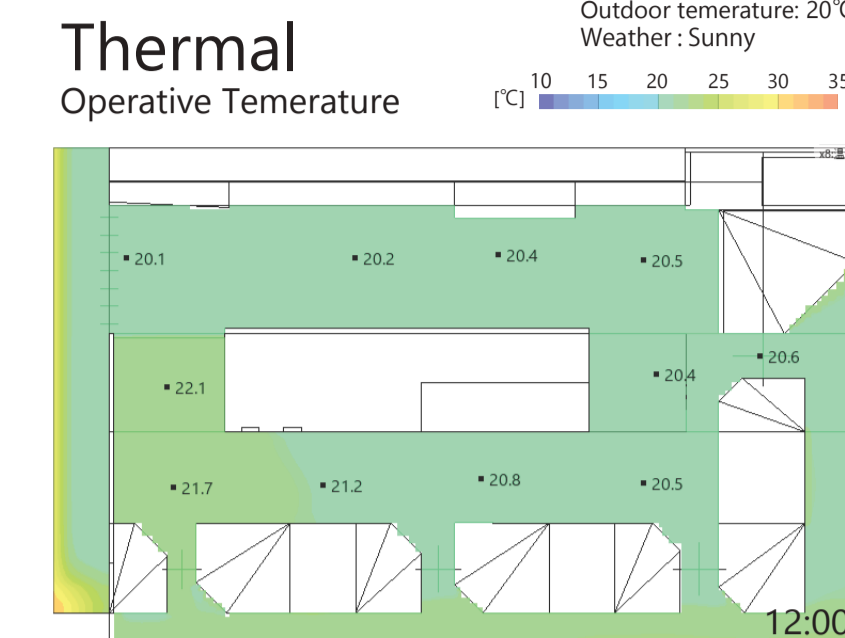
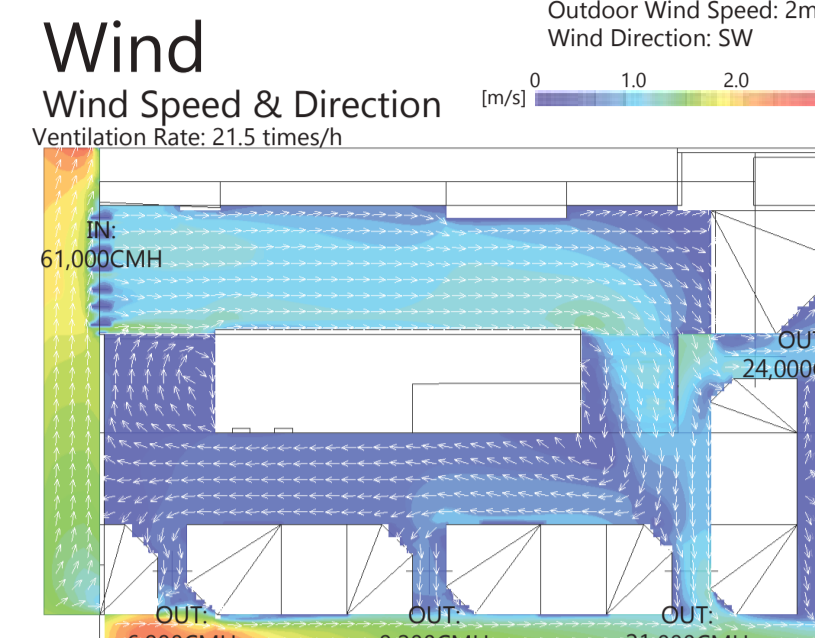
外気温が自然換気に適した時期のため、風力換気を想定しバルコニーとスリットの開口を全てオープンにする。インナーバルコニーは側面を開けて、風や光を感じる屋外空間として機能する。



### Light



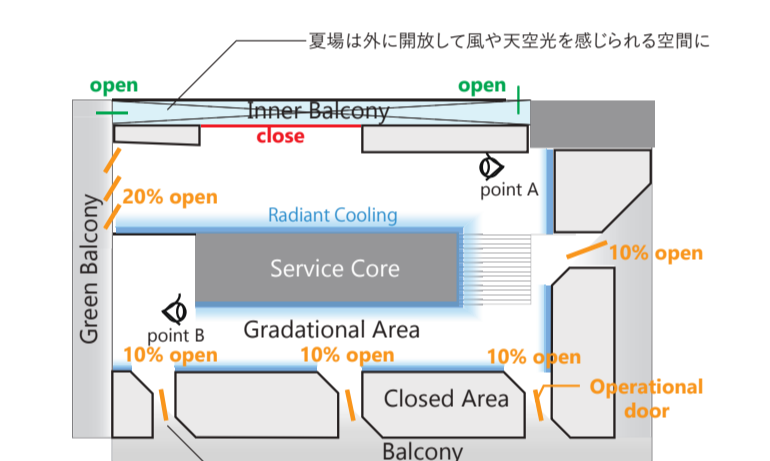
外に大きく開いてグラデーショナルなオープンエアに



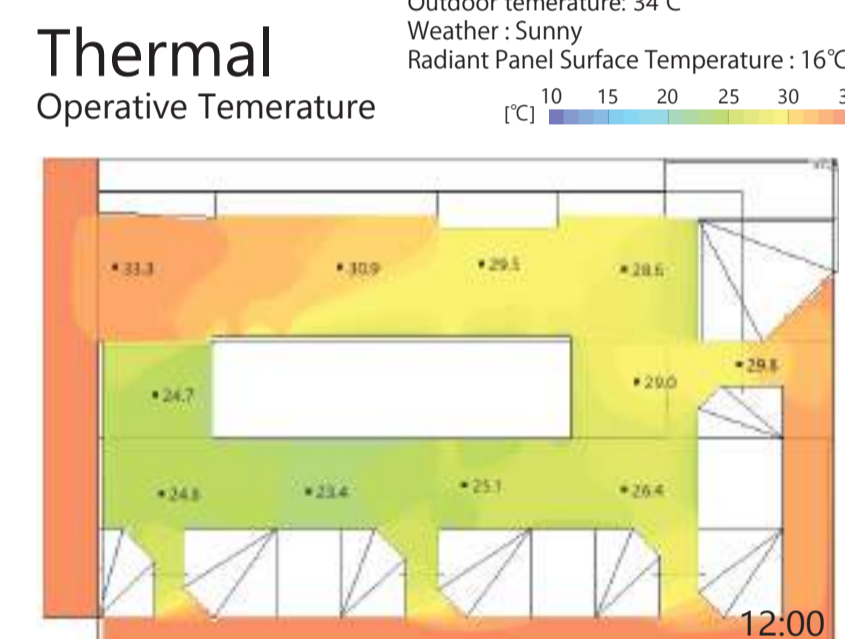
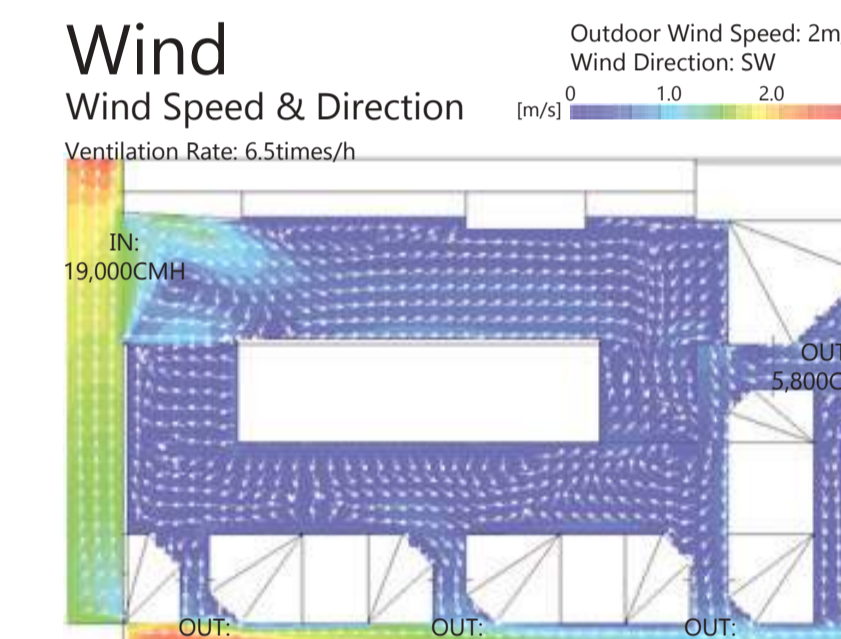
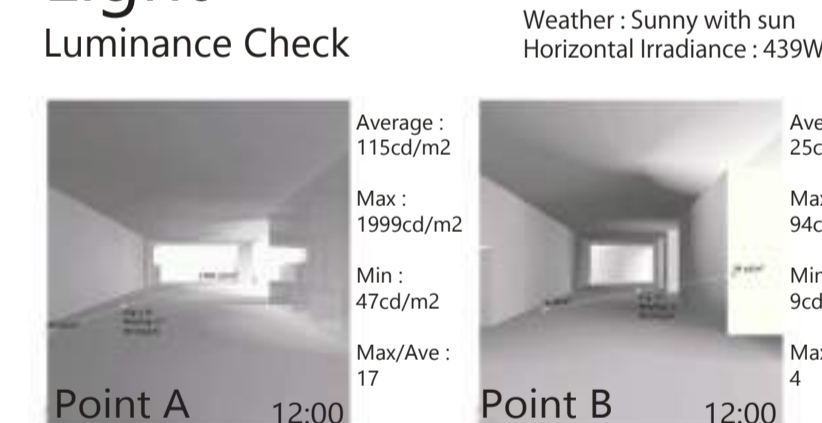
開口を全開とし自然風を積極的に取り込んだため、南側は1.0m/s程度の気流感を感じられる。温度分布は夏冬ほど大きくはないが、熱負荷により2°C程度生じており、温熱環境的に適度なグラデーションが形成できている。

### Summer Operation

暑くなるため、バルコニーとスリットの開口をセミオープンとし、換気回数を確保しつつ、放射パネルと併用して快適性を担保。



### Light

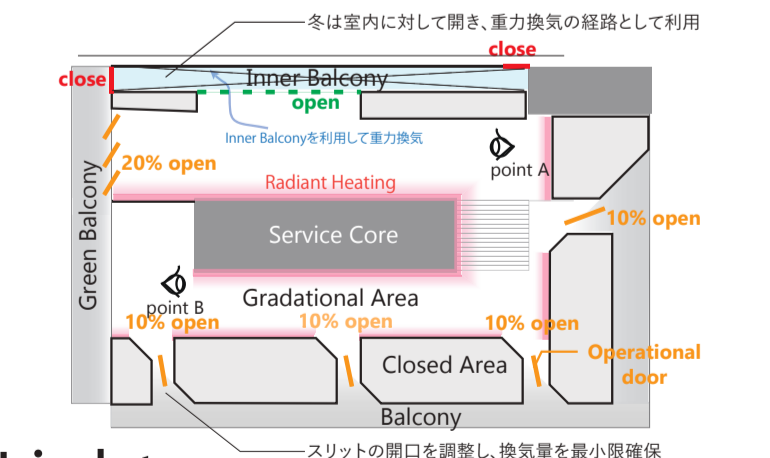


開口率を絞っているため、気流感を感じられるのは西の限定的なエリアである。奥に行くにつれて放射パネルによる冷房の効きが良くなる。温度分布はISO 1772-1のAdaptive model快適域に概ね収まった。

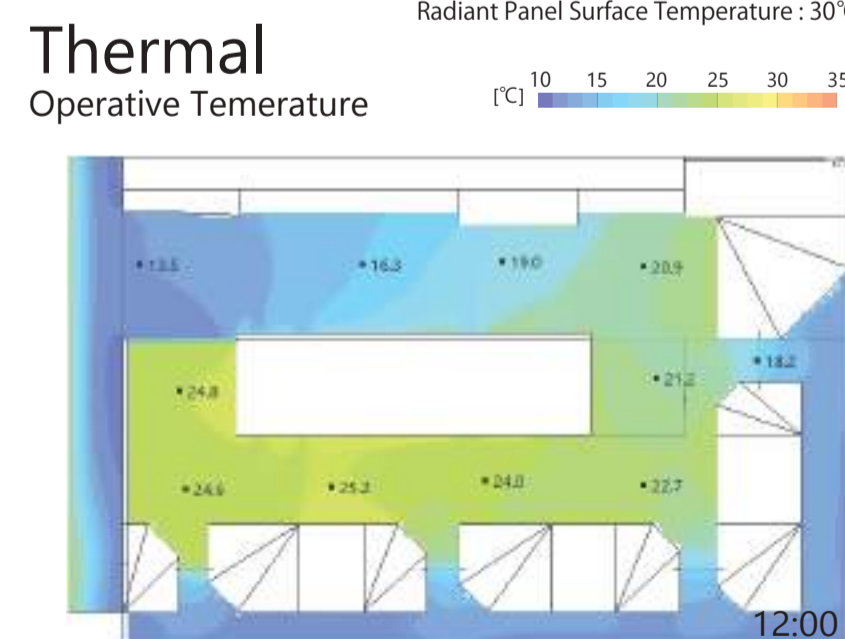
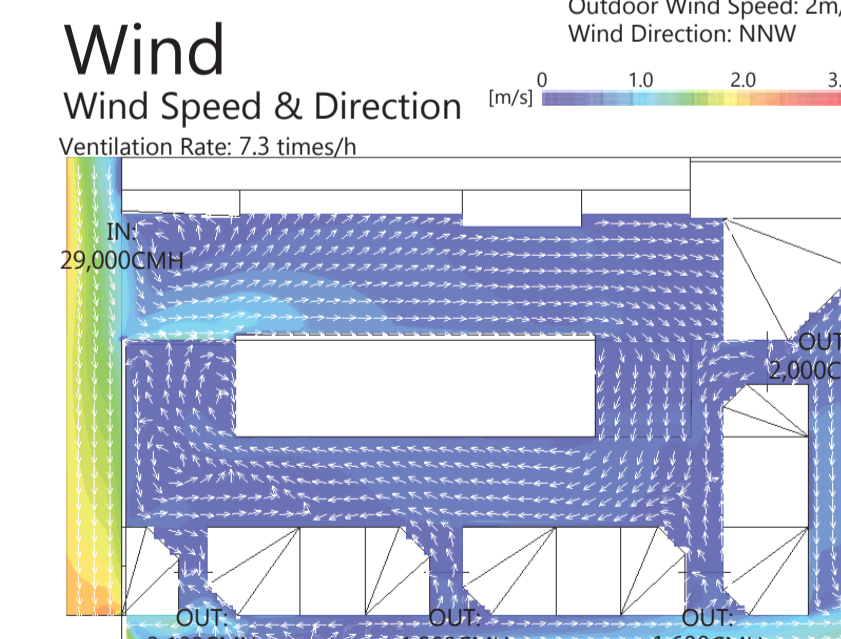
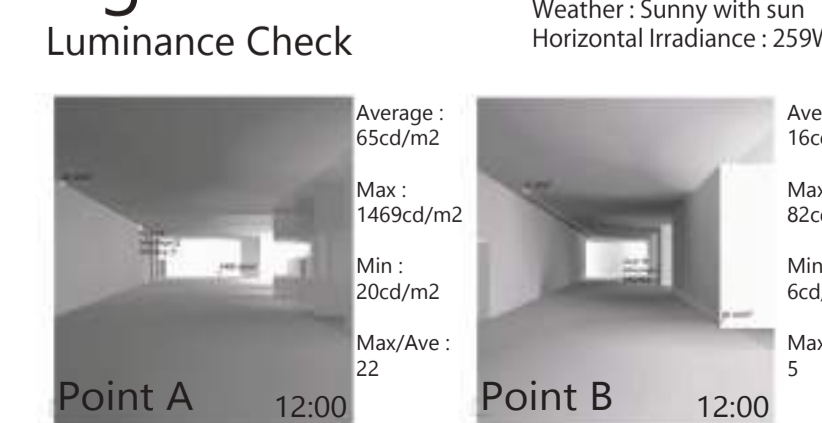
### Winter Operation

スリットの開きを絞り重力換気と併用

バルコニーとスリットの開口をセミオープンとし、換気回数を確保しつつ、放射パネルと併用して快適性を担保。冬は卓越風が北北西で各方位に圧力差が生じてくため、インナーバルコニーを重力換気の経路として利用。



### Light



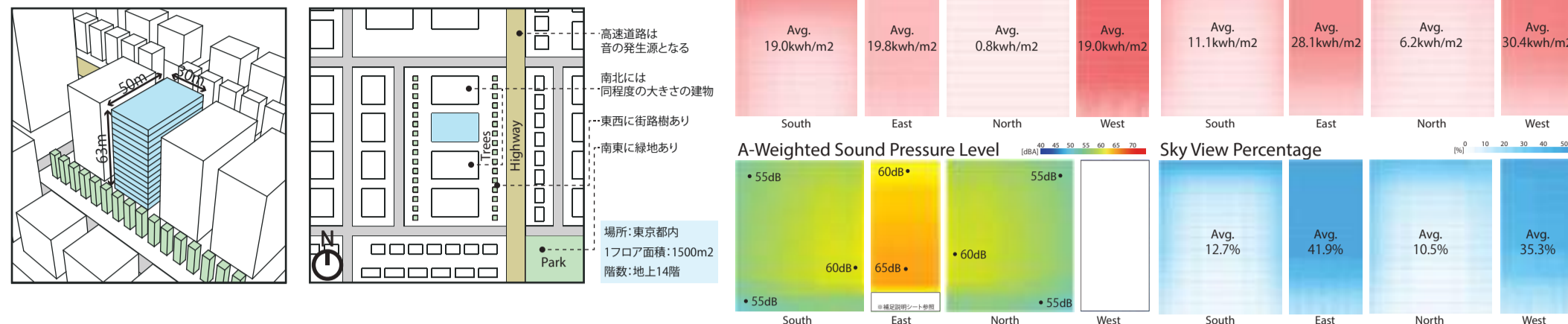
夏と同様に気流感を感じられるエリアは限定的である。奥に行くにつれて放射パネルによる暖房の効きが良くなり、温度分布は、西側バルコニー付近を除き、ISO 1772-1のAdaptive modelの快適域に概ね収まった。

冬は日が短くなるため、15時は室内が100lux程度となるエリアが多くなり、人工照明が必要となる。いずれの輝度分布もBCDにおいて不快グレアは生じていない。

# Process

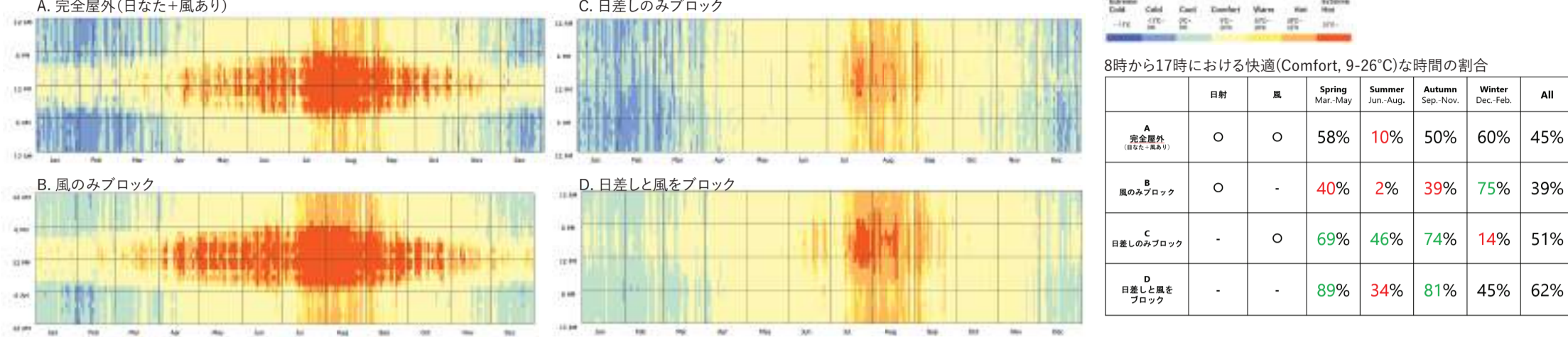
## 快適な環境グラデーションを創り出すための7つのステップ

### Step 0 | 敷地条件を整理する



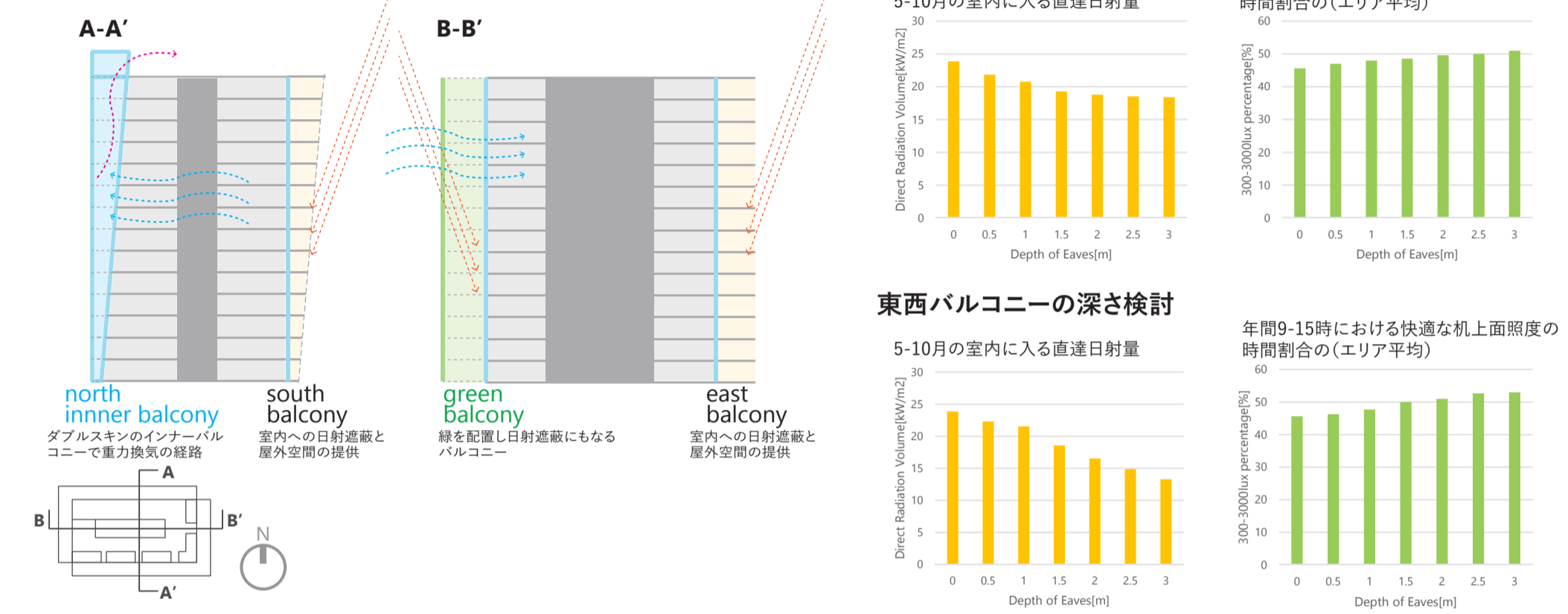
本計画は都心のオフィス街を敷地とした、延床20,000m<sup>2</sup>の新築計画である。敷地条件は左図の通り、都内のため基本的な気象条件は既に分かっているものとして今回は割愛する。

UTCIによるスタディ



UTCIの屋外温熱快適性指標を用いて、スタディを行った。東京においては当然のことではあるが、日差しに関しては、春・夏・秋については遮り、冬は日差しを取り入れることが良く、風に関しては、特に冬に関して遮ることが、快適性を高めることを把握し、今後の設計の方向性としての共通認識を明確にした。

### Step 1 | スラブをずらし、ポイドと庇をつくる

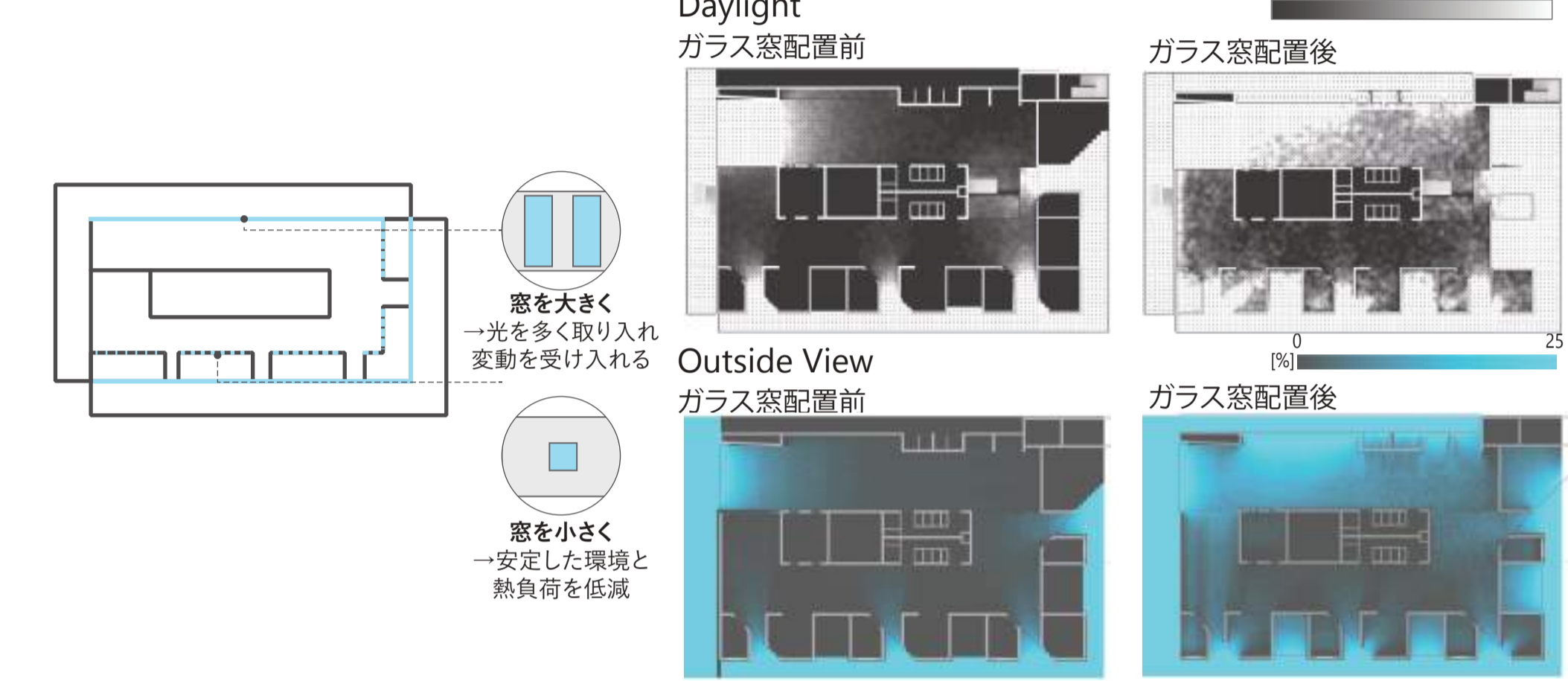


オープンエアで快適な空間を創り出すためには、まず夏季や中間期の日射遮蔽をしっかり行い、熱負荷を抑えることが重要である。そのための操作として、スラブを南東方向にずらし、南と東にはバルコニー庇、北と西にはポイドを作ること考えた。

南側は隣棟があり上階ほど直達日射が入りやすいため、上階ほどバルコニー庇が深くなるようにした。それに合わせ、北側のポイドは上階に行くほどポイドが大きくなり、重力換気の風の流れを創り出す。

東西方向は隣棟が無い場合、全てのフロアで深さを統一し、東はバルコニー庇、西はグレーチングのあるポイドとして、日射遮蔽を行った。

### Step 4 | Closed Areaのガラス窓配置を決める

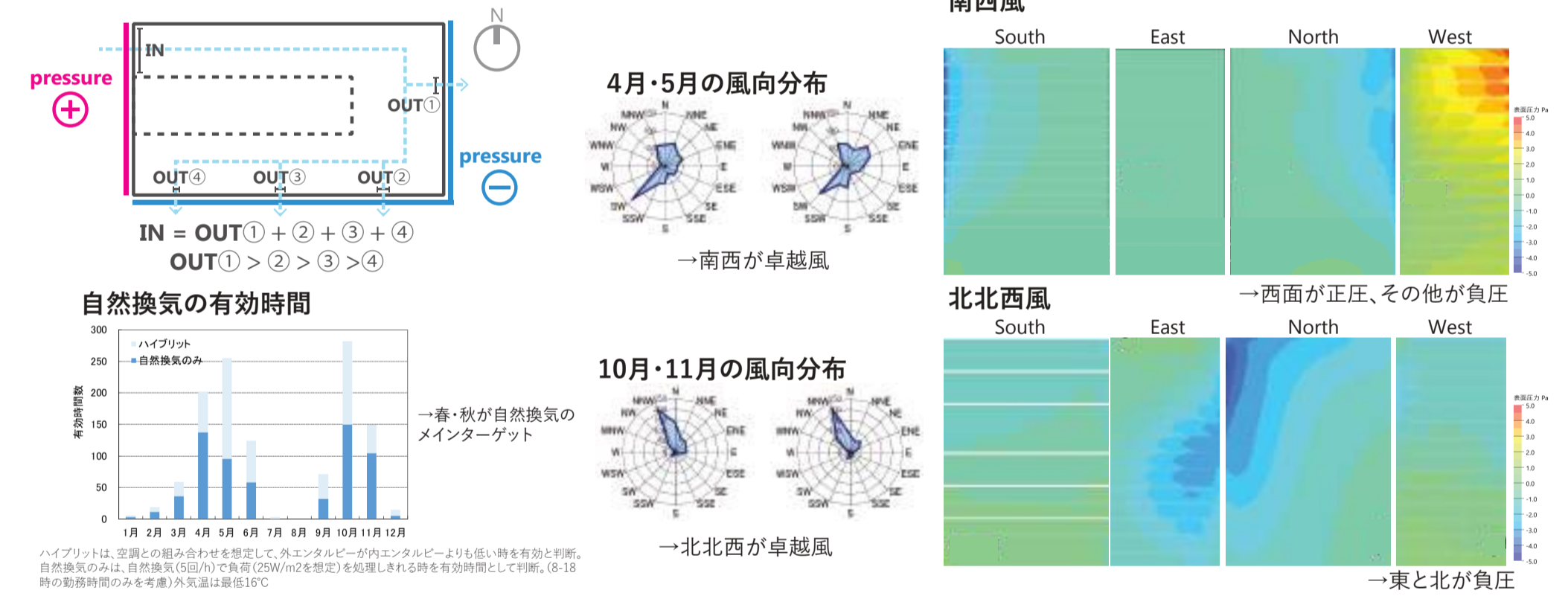


Closed Area自体に昼光を適切に取り込み、またGradational Areaへ光や外への視界を取り込み、室内にグラデーションな環境を創り出すことを考えた。

渦巻の序盤である北側は、Inner Balconyを通して積極的に光を取り込むことが出来るよう、ガラス窓の割合を多くした。一方で、渦巻の終盤はスリットやClosed Areaを介した昼光導入に限定し、落ち着いた昼光の入り方を目指した。

Closed Area自体は、窓の配置や窓の種類にバリエーションを持たせることにより、内外への開放性や光環境に幅を持たせることにした。

### Step 2 | オープンエアにするための開口位置を決める

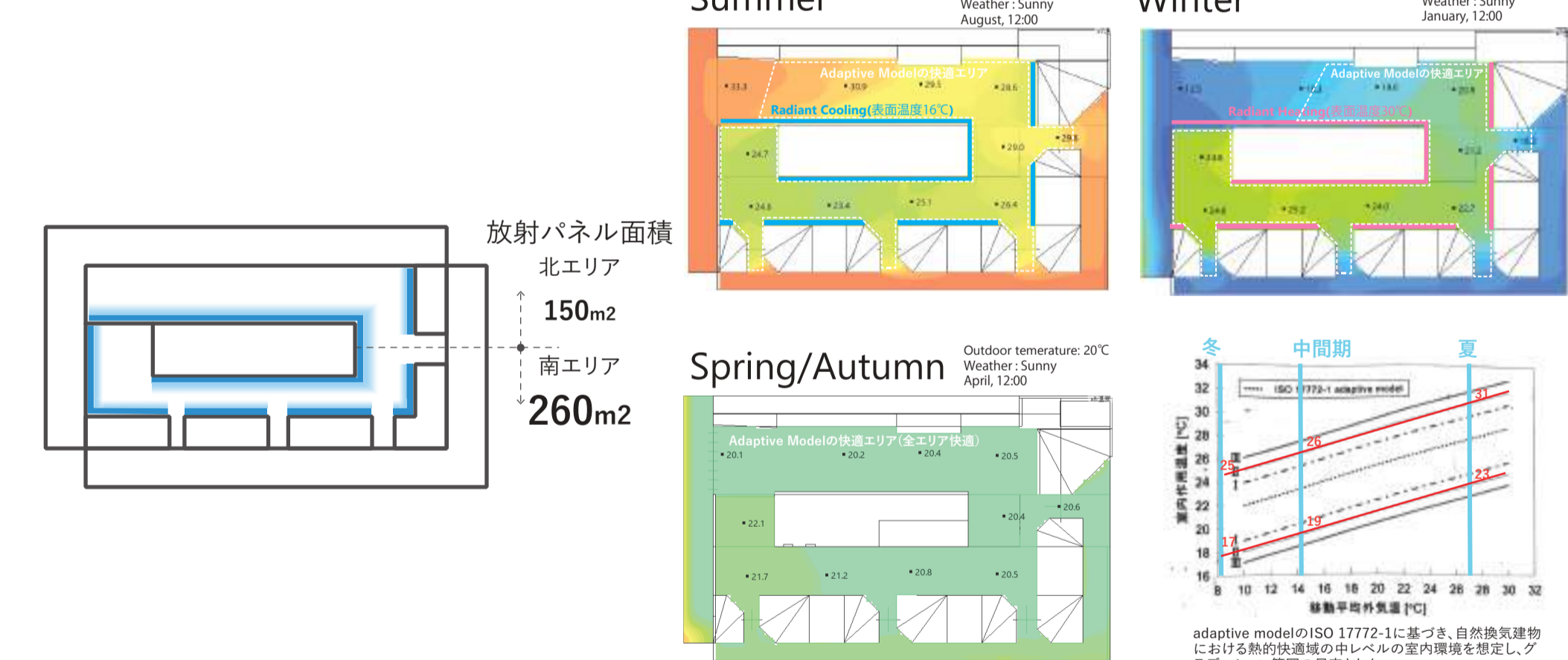


室内の渦巻状の空間に風を上手く流すために、建物のどの方位から風が入り、風が抜けるのかを、風圧分布を元に考えた。

今回は自然換気を最も積極的に行うことのできる春・秋をベースに考え、春の卓越風である南西と、秋の北北東での風圧分布を可視化した。

春には西側の風圧分布が最も高くなり、秋には東と北で負圧となるエリアが多かった。この結果を考慮し、西側に一番大きい開口を開け、その他の面にはスリットで開口を開けることで、西側から風がはいり、各スリットから風が抜けることを考えた。また、スリットは渦巻の奥に行くほど幅を狭くし、風の通りを少なくするようにした。

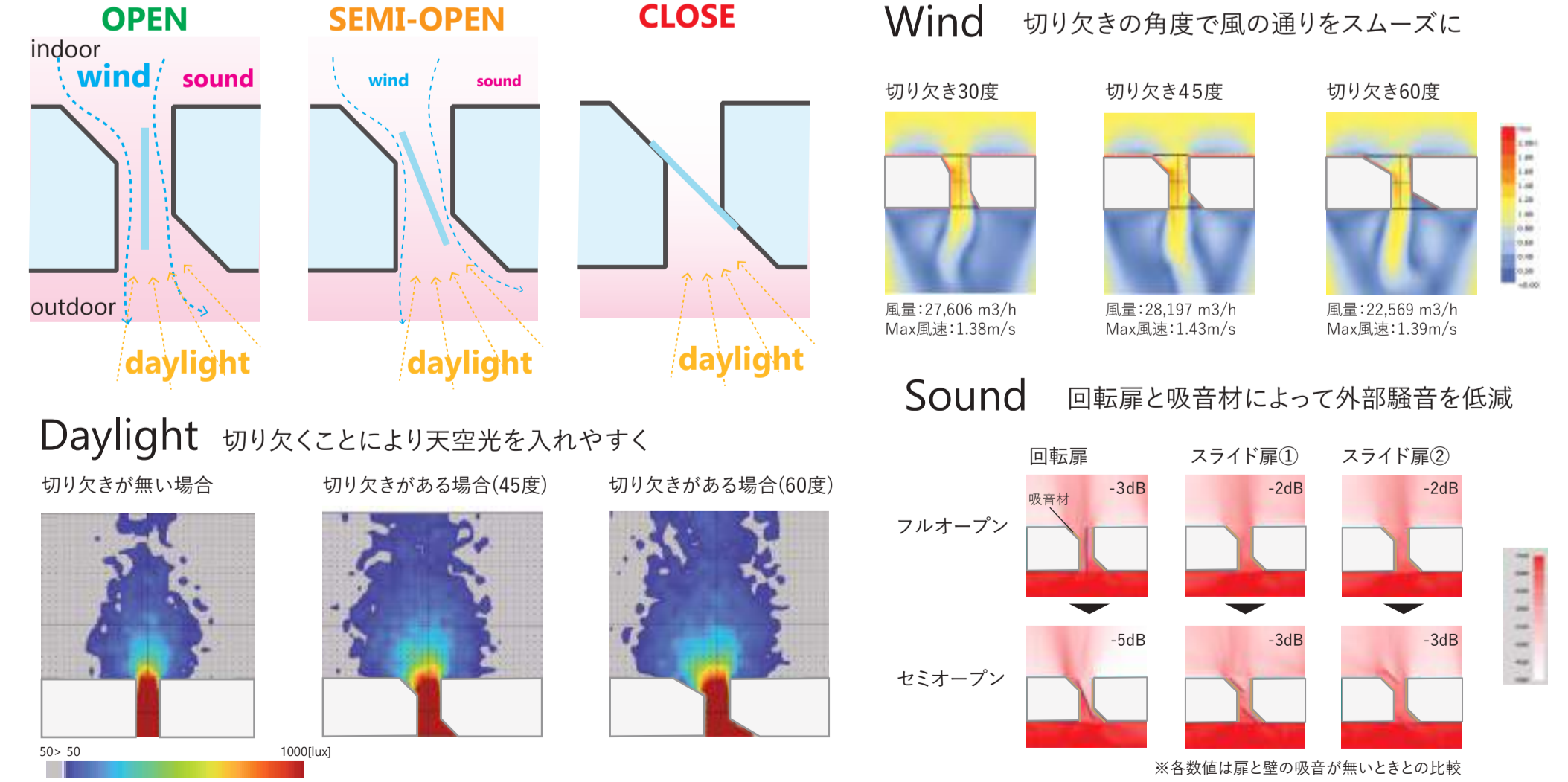
### Step 5 | 放射パネルの配置を決める



本提案においても、夏や冬を快適に過ごすには冷暖房が必要と考えた。本提案は夏や冬でも自然換気による換気を行うことを考慮し、壁面放射冷暖房を行うことにした。

設置位置はコア回り及びClosed Areaの壁面とし、表面温度はCFDを用いて、適切な温度幅になることを目指して調整を行った。最終的には、空間のほぼ全体が自然換気建物における熱的快適域に概ね収まりつつ、屋外に開けた空間から閉じた空間にかけて、グラデーションな温熱環境を実現できていることを確認した。

### Step 3 | スリットを切り欠き、回転扉を配置する



風・光・音を適度に取り込むため、どのようなスリット形状が良いのかを考えた。

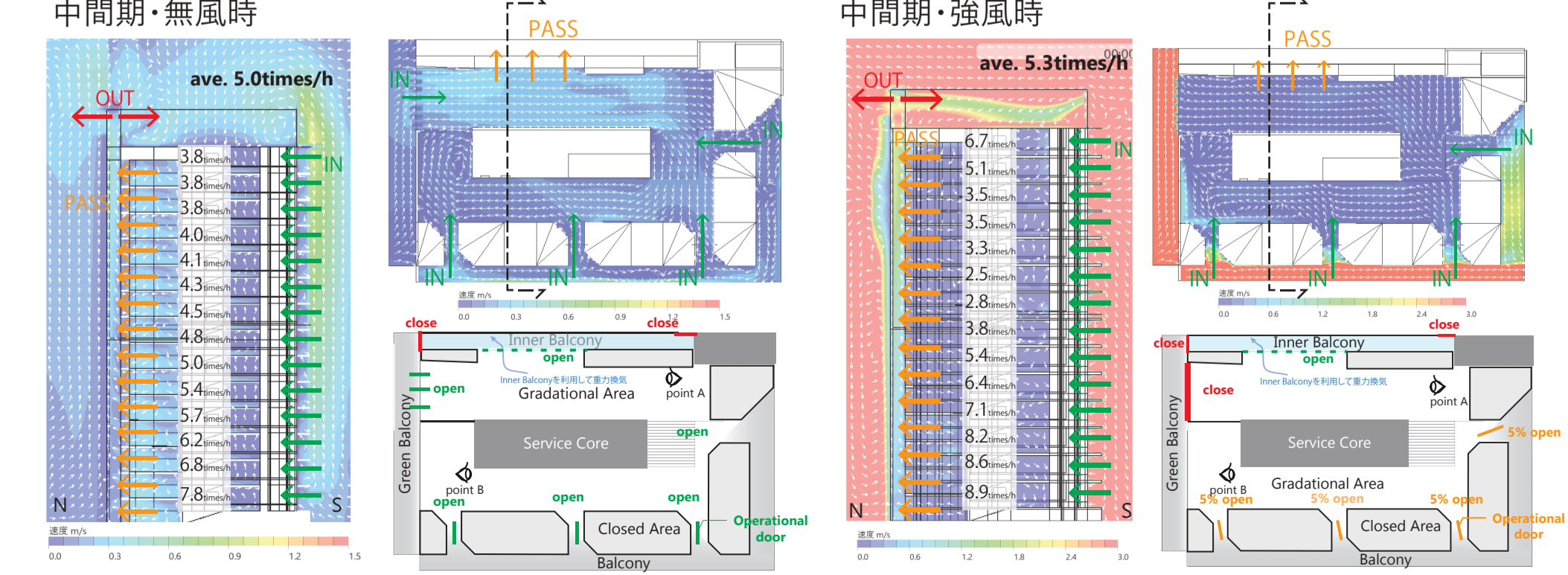
まず、間接光を適度に取り込むためには、直達日射を遮ることのできる深さと、天空光を積極的に取り込み、空間のできるだけ広い範囲に光を届けることのできる開口の広さを確保するため、スリットの角を切り欠いた形状とすることとした。

次に風の観点から、スムーズに風が流れる形状として、切り欠きを45度にした状態が最も流れやすいことが分かり、切込みの角度を決定した。

さらに、音の観点からは適度に吸音をする必要があったことから、スリットの壁に吸音材を設置し、スリットの中央に回転扉を設置して外部騒音ができるだけ吸音材に吸収されるようにした。

回転扉は角度によって風と音の入り方を変化させることを可能とし、季節や気候に応じて調整することを考えた。

### Step 6 | 重力換気能力を確認する



強風時や無風時には風力換気が難しいと考え、北側のInner Balconyを利用した重力換気を計画した。給気を各階のスリットから、PASSを経由して北側のInner Balcony頂部の開口から排気を行い、給気と排気の開口面積のバランスを調整することで、スリットから北のInner Balconyにかけて風が流れ、オフィスエリアが十分に換気されることを確認した。