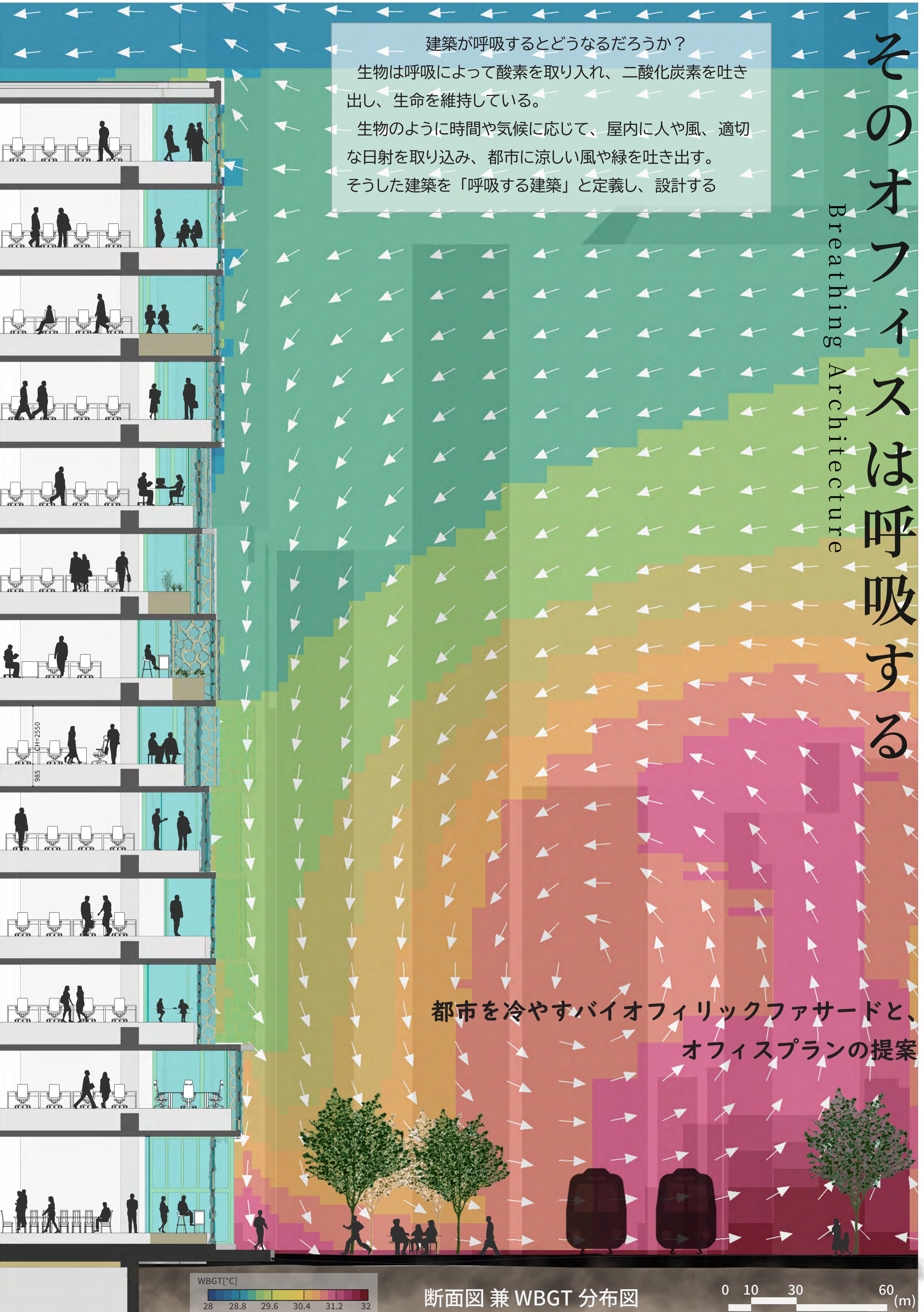


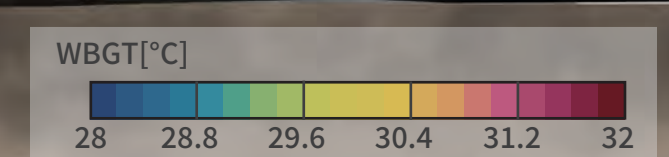
建築が呼吸するとどうなるだろうか？
 生物は呼吸によって酸素を取り入れ、二酸化炭素を吐き出し、生命を維持している。
 生物のように時間や気候に応じて、屋内に人や風、適切な日射を取り込み、都市に涼しい風や緑を吐き出す。そうした建築を「呼吸する建築」と定義し、設計する

そのオフィスは呼吸する

Breathing Architecture



都市を冷やすバイオフィリックファサードと、オフィスプランの提案

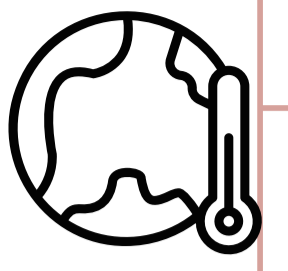


断面図 兼 WBGT 分布図 0 10 30 60 (m)

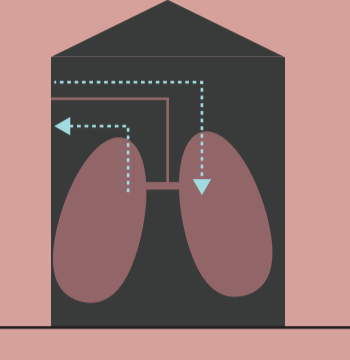
00 背景

■都市の高温化

都市を形成している建築によって屋外を冷やし快適にできないだろうか？



これからの建築を設計していくには、生物のように必要に応じて、屋内に人や風、適切な日射を取り込み、都市に涼しい風や緑を吐き出すような「呼吸する建築、Breathing Architecture」が必要なのでは？

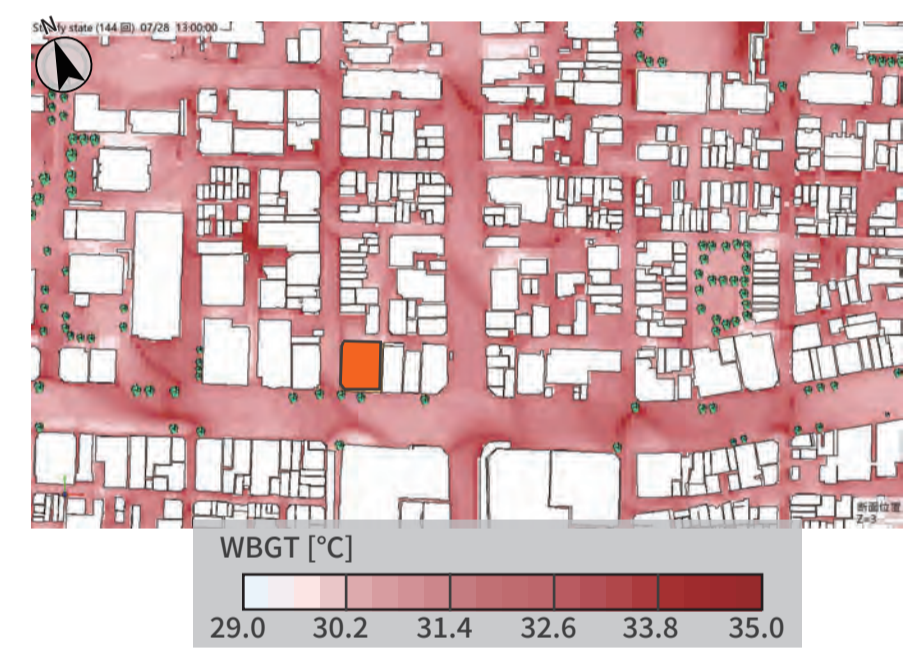
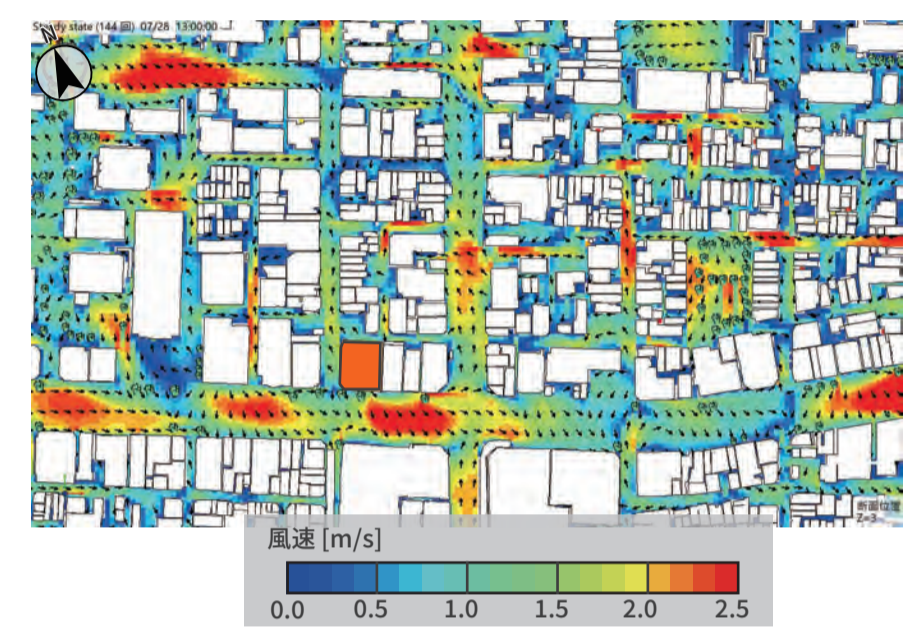
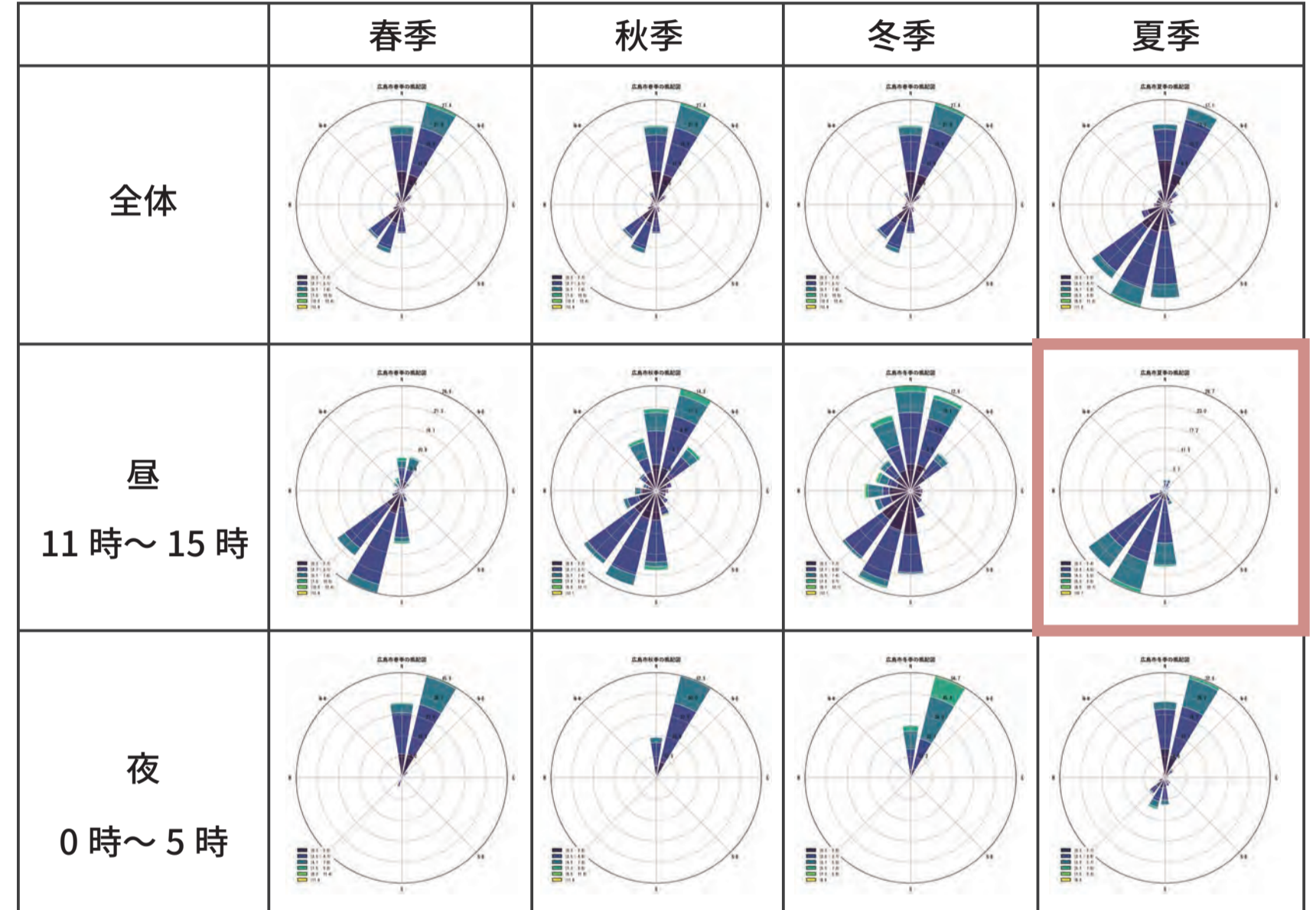


■閉鎖的な屋内空間

現在の多くの建築空間は閉鎖的で、屋外の風・緑を感じる事が難しい。建築を適切に開放的にすると省エネ化にでき、また環境が不均一であったら自分の気分に応じて居場所を変えられるかもしれない。

02 気象分析

全体でみると北東から多く風が吹く。しかし時間別でみると昼は南南西からの風が多く、春と夏はその傾向が顕著である。



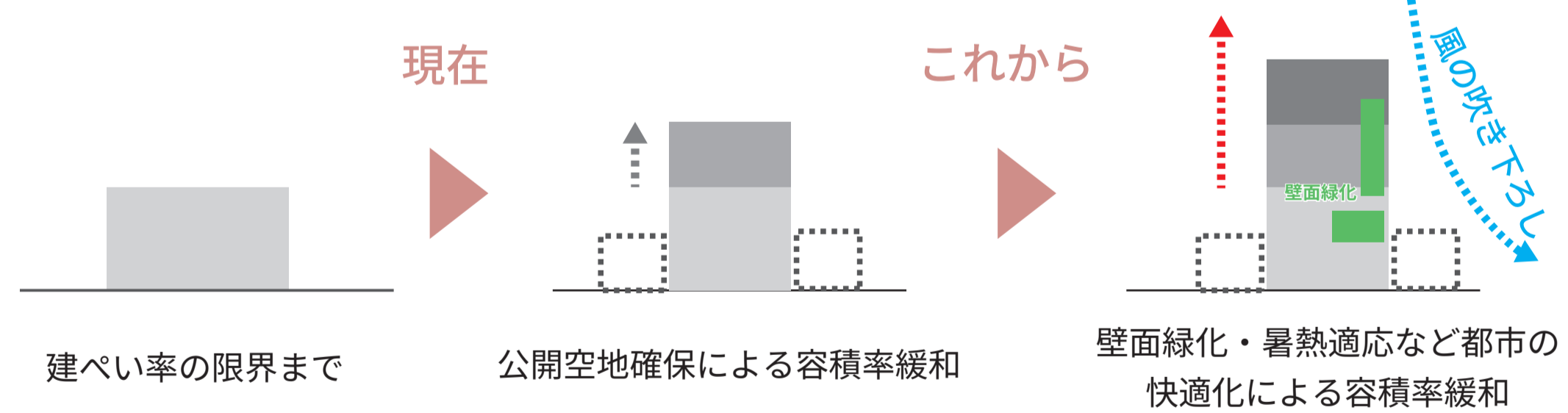
7月下旬の13時の気象条件をもとに温熱環境解析をおこなった。

相生通りには北側からの風が吹いている箇所がある。これは高い建物からの風の吹き下ろしの影響である。

熱中症の危険度を表すWBGTを見ると、やはり相生通りの南側で低く北側が高くなっている。気流とWBGTの温熱感はおおよそ一致している。

03 Breathing Architecture をつくるための提案

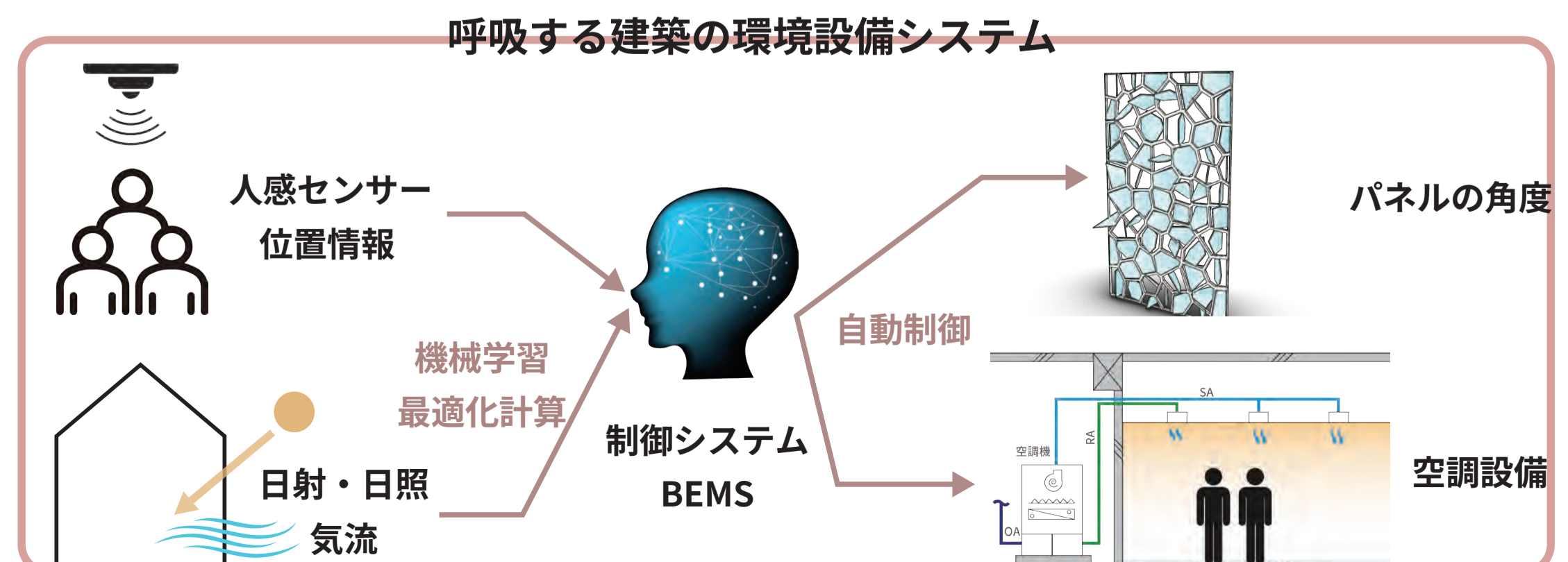
■提案① 都市環境の快適化による建物法規制の緩和



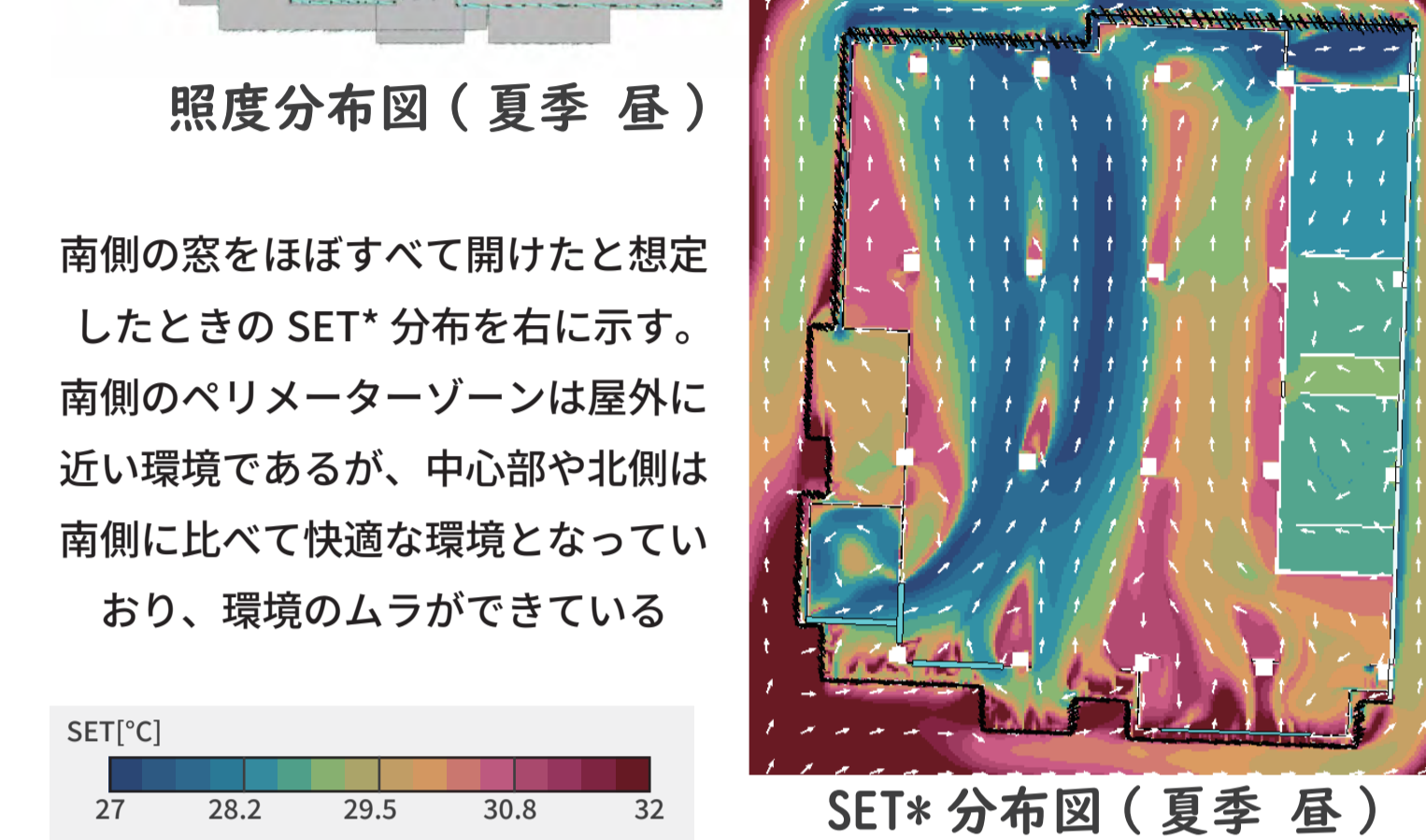
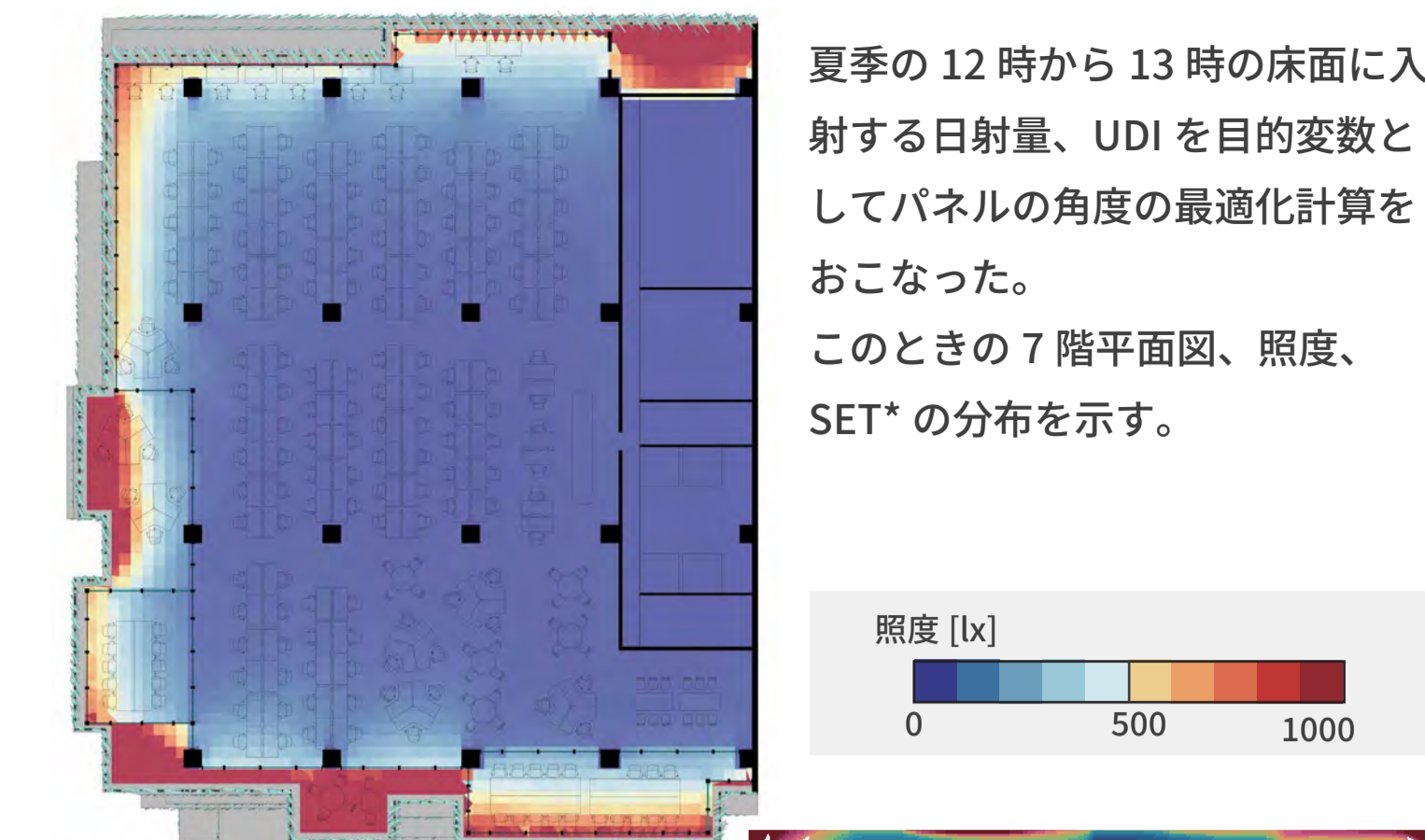
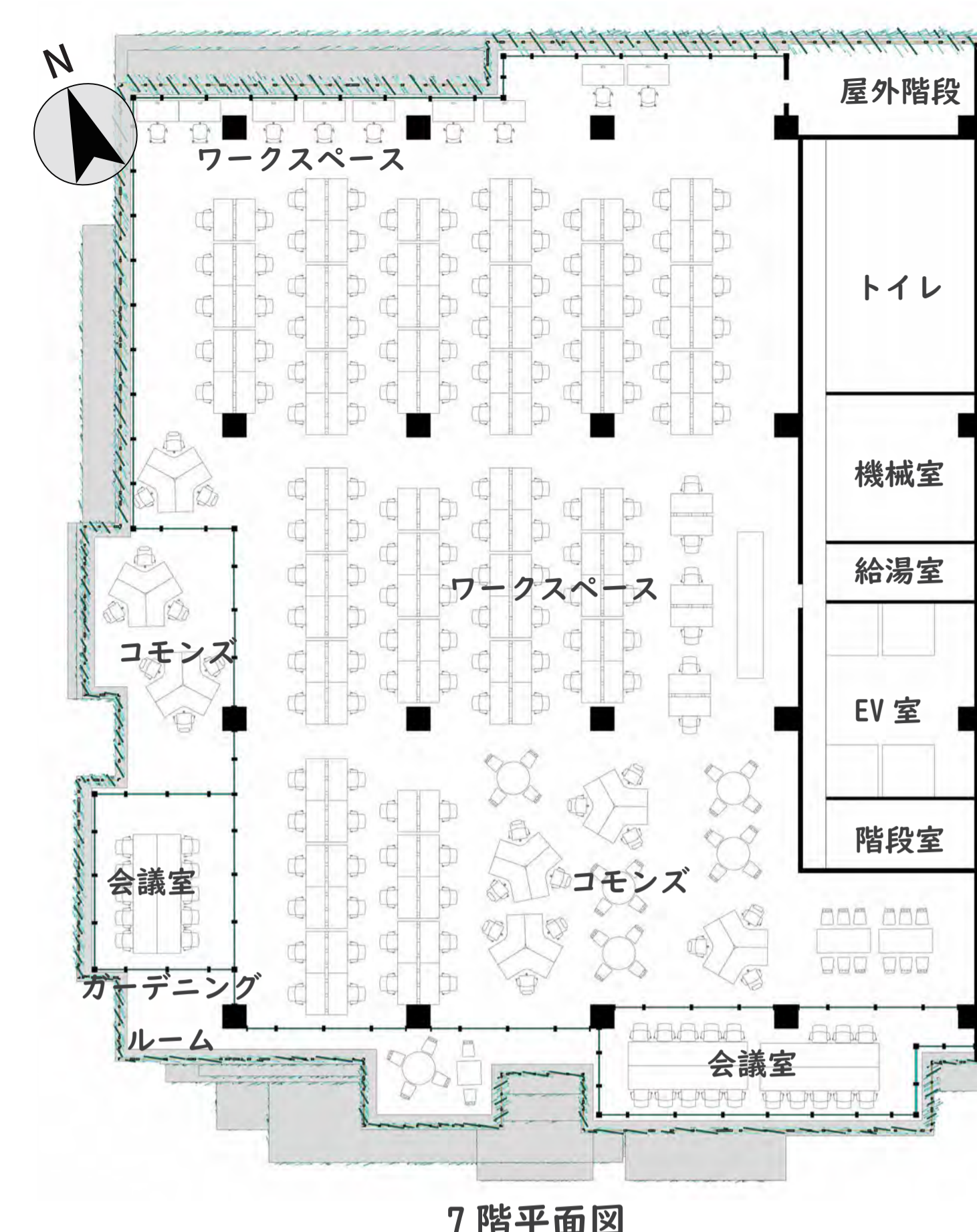
都市の高温化が問題視される今、既存の総合設計制度のように、壁面緑化による表面温度低下、気流が吹きやすいボリューム形状の検討など都市環境を快適化させた建築物の容積率を緩和させてもよいのではないかと

■提案② 風を受け入れ、日射を遮蔽する可変式ファサードシステム

季節・時刻あるいは使用者の気分に応じて、最適化計算や機械学習によってファサードのパネルの角度を制御する。
 室内側はダブルスキンにして外気負荷や日射の影響を抑える。
 また壁面を緑化し、その灌水に使う水で都市を冷やす。

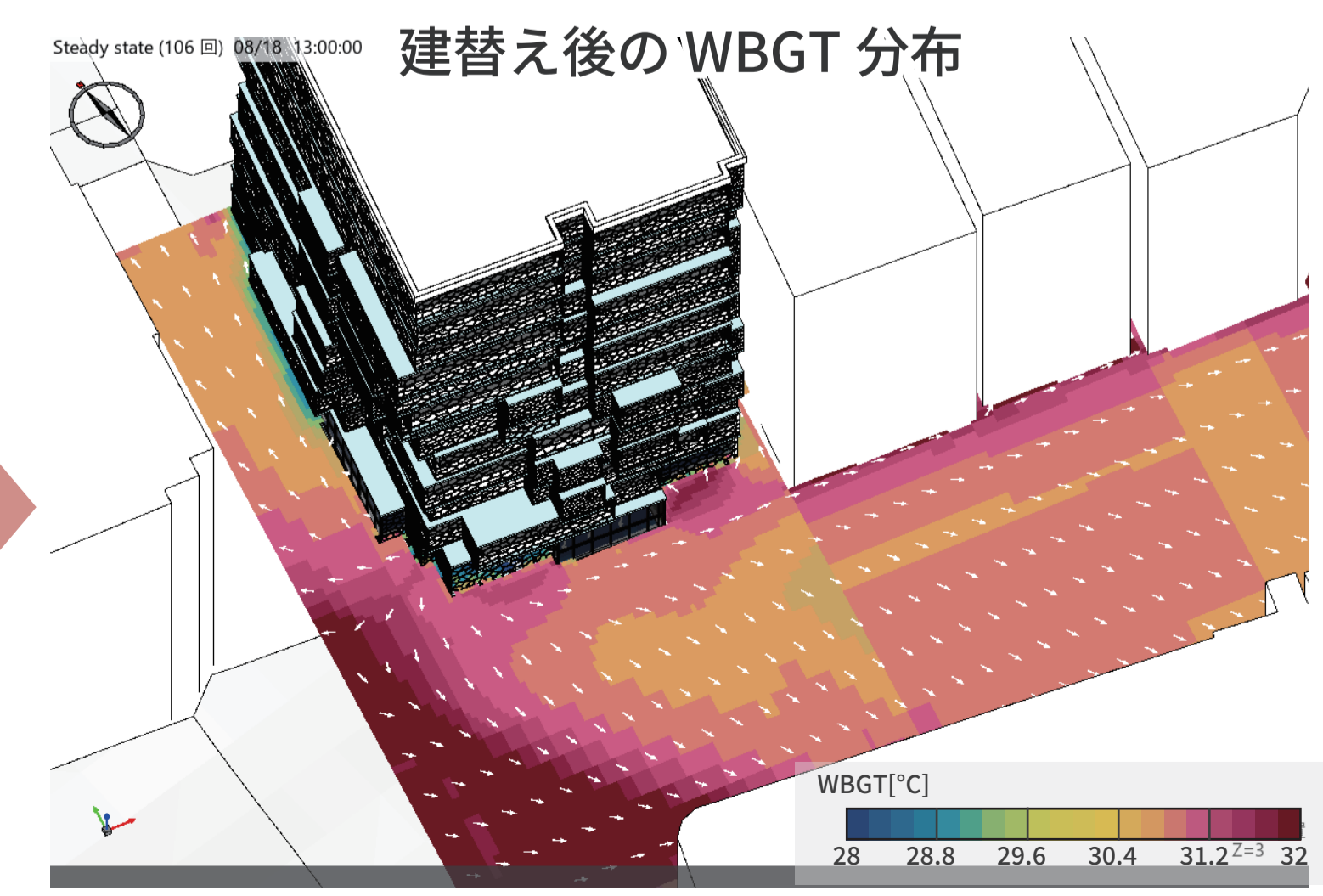
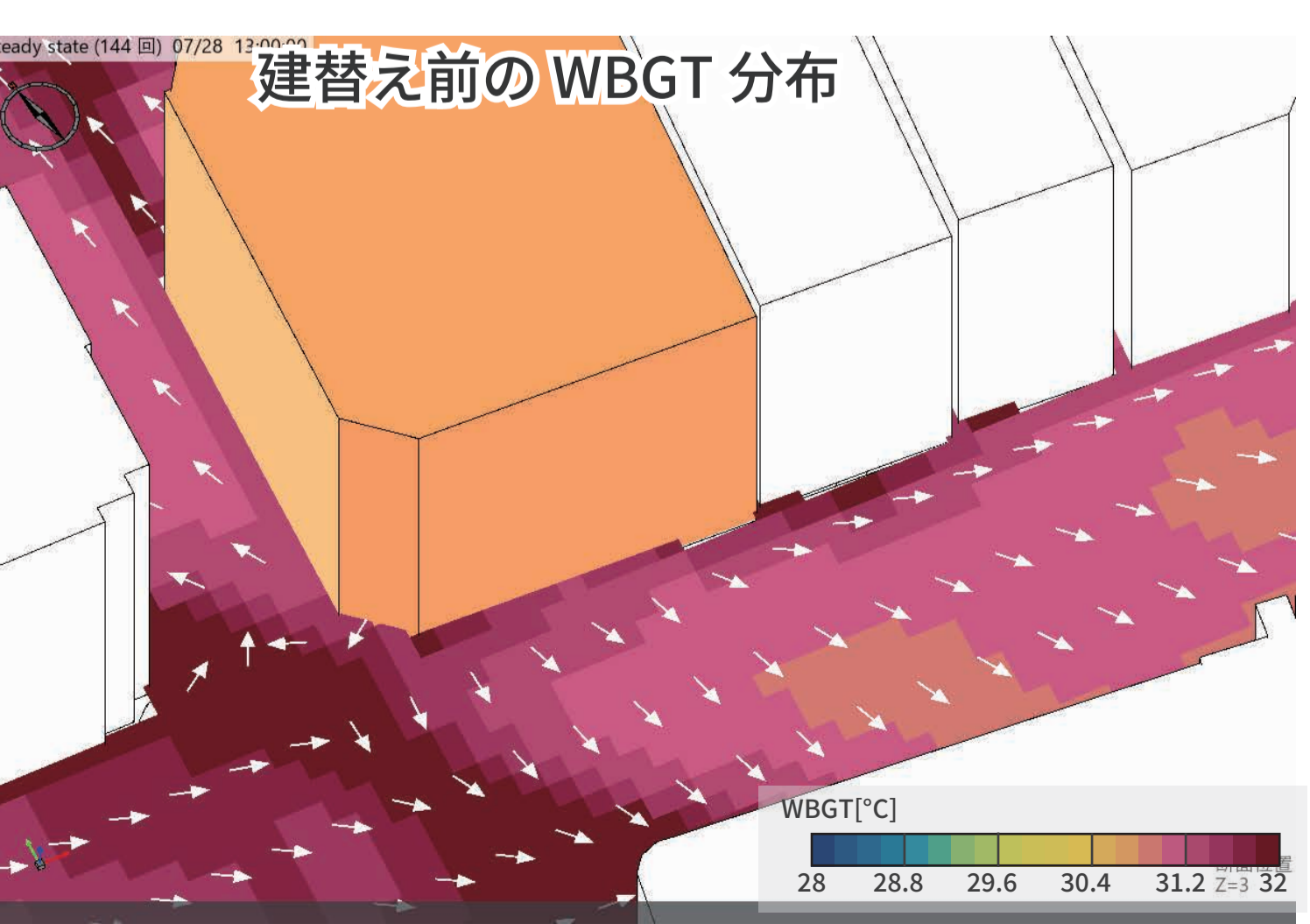
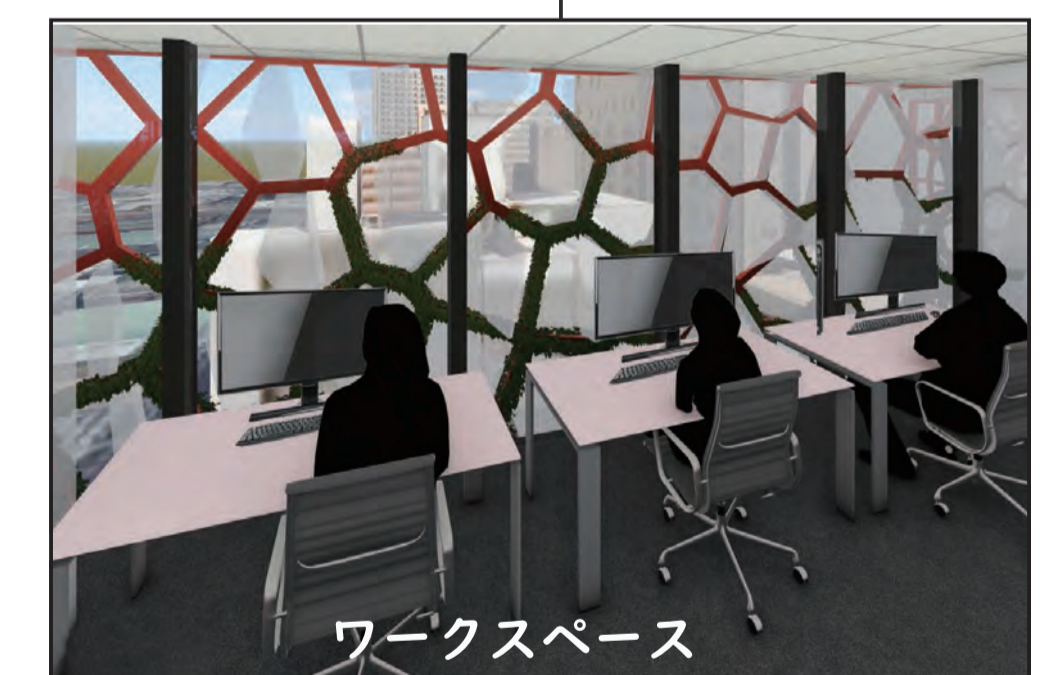
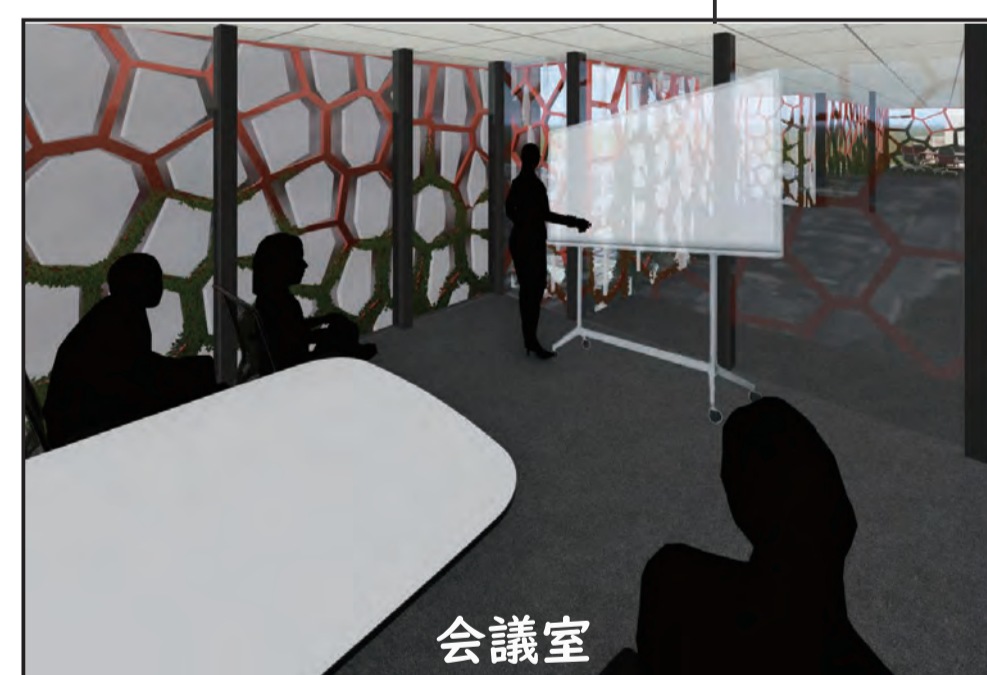
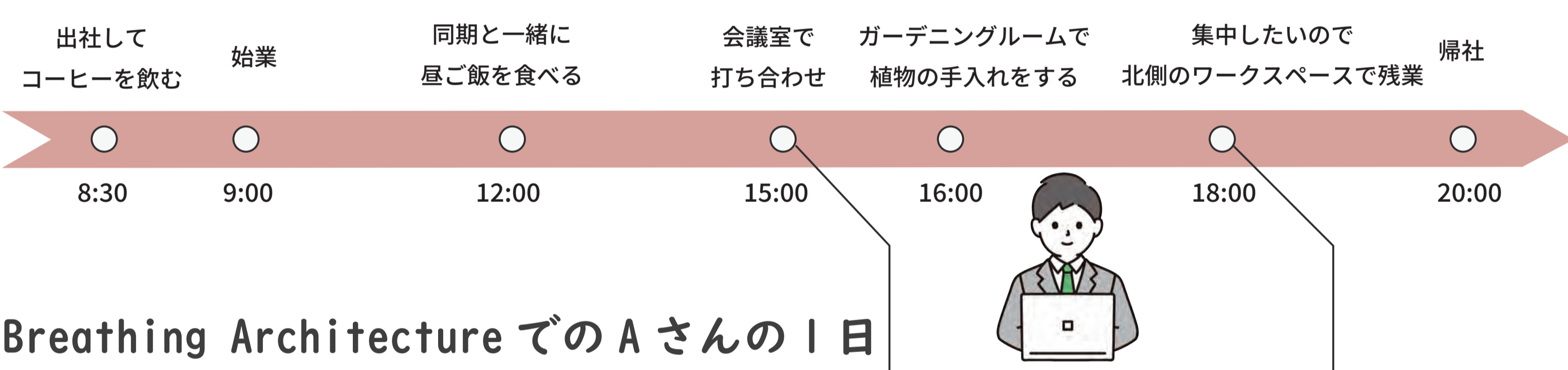


1) 野村真由, 田村裕太, 田中真実, 「夏季の日陰が歩行者の熱環境への影響に関する研究」, 日本建築学会中国気候研究報告集, 2025, 48巻, p.671-674
 2) 「かみは石はじまる」, 関係者インタビュー | <https://kamihachi-hajimaru.com/interview/501>



夏季の12時から13時の床面に入射する日射量、UDIを目的変数としてパネルの角度の最適化計算をおこなった。
このときの7階平面図、照度、SET*の分布を示す。

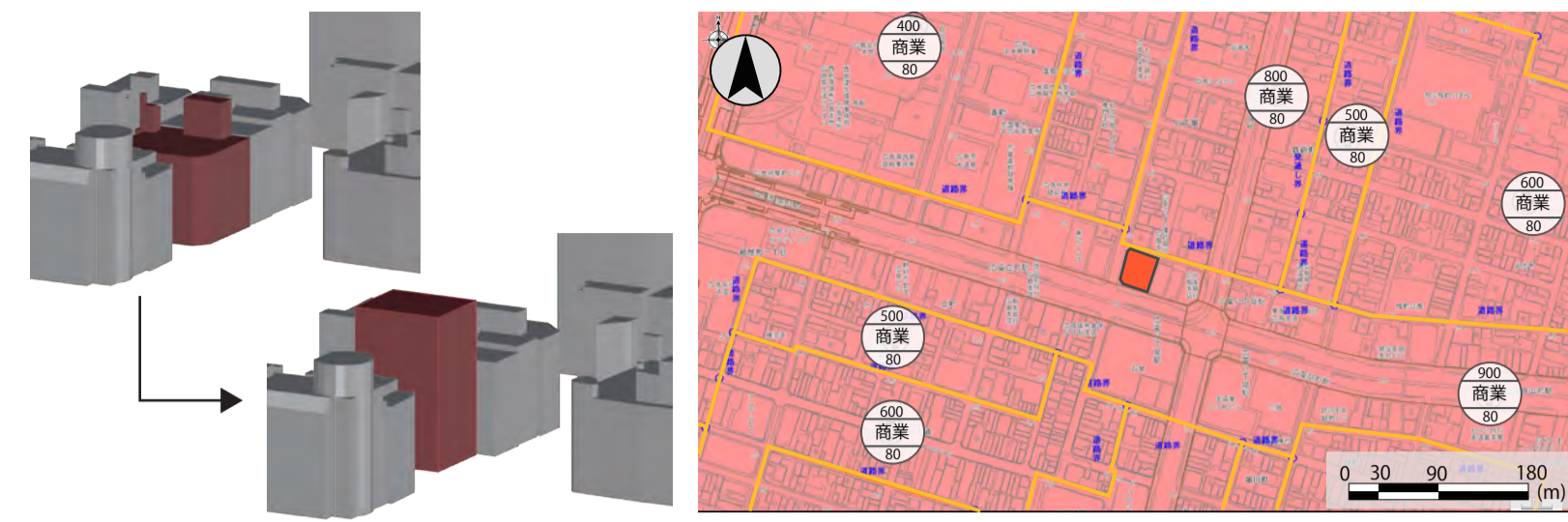
南側の窓をほぼすべて開けたと想定したときのSET*分布を右に示す。南側のペリメーターゾーンは屋外に近い環境であるが、中心部や北側は南側に比べて快適な環境となっており、環境のムラができていない。



04 設計手法と流れ

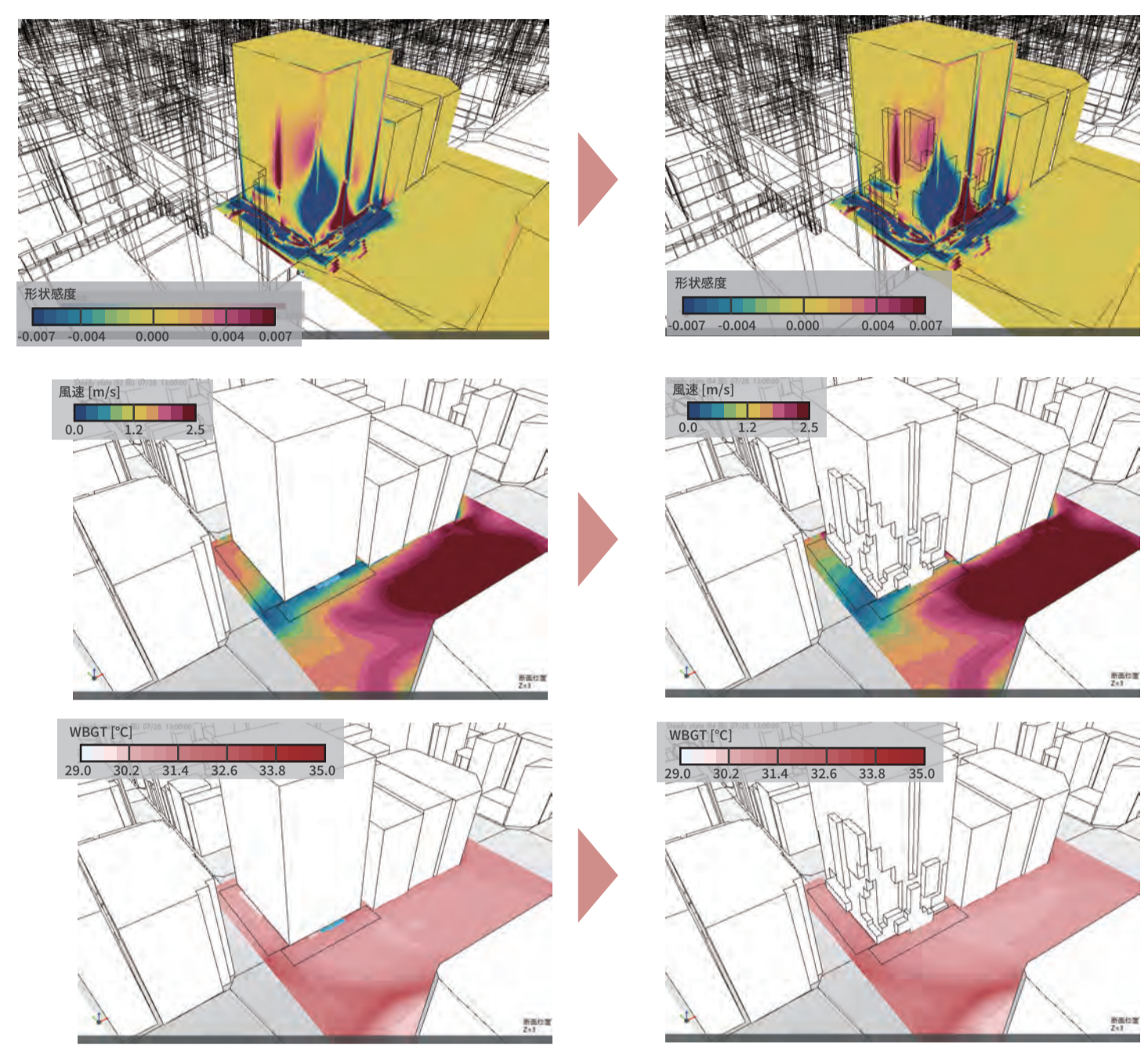
①容積率の緩和

法規制が緩和され、都市環境の快適化によっても容積率が割増されるようになったと仮定する。敷地周辺の解析の際、高い建物の周辺は風の吹き下ろしにより、北側でも風が吹きやすくなるのがわかった。用途地域を見ると、対象地は商業地域、建ぺい率：80%、容積率：900%だとわかる。総合設計制度が容積率緩和の限度を基準値の1.5倍かつ、200%以内であることを勘案して、今回は基準値の1.7倍とした。

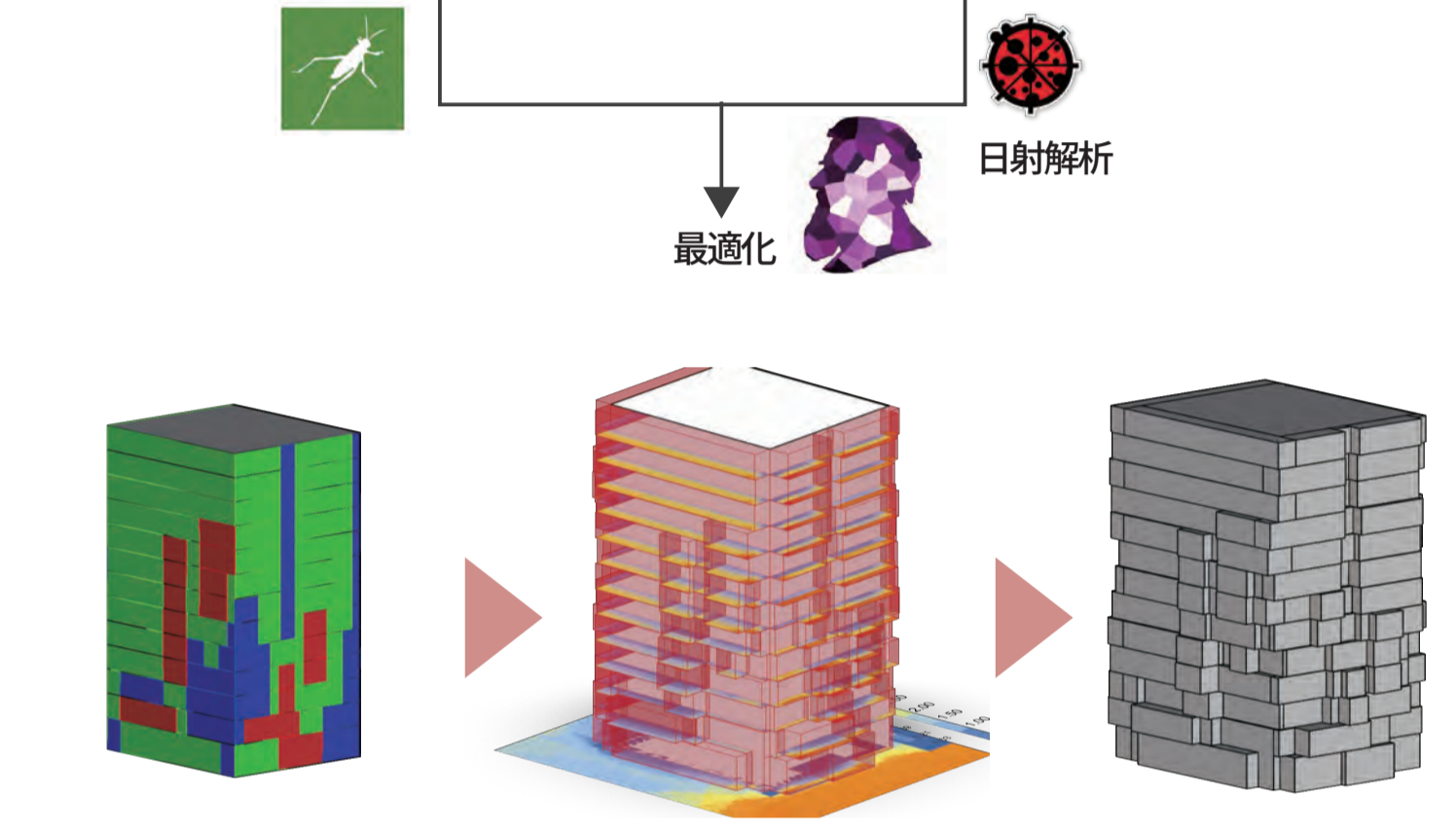


②気流が吹きやすいボリューム形状検討

①で決定した矩形のボリュームをもとに、周辺道路に気流が吹きやすいようなボリューム形状を逆解析により検討した。



③ボリューム形状と日射量の検討



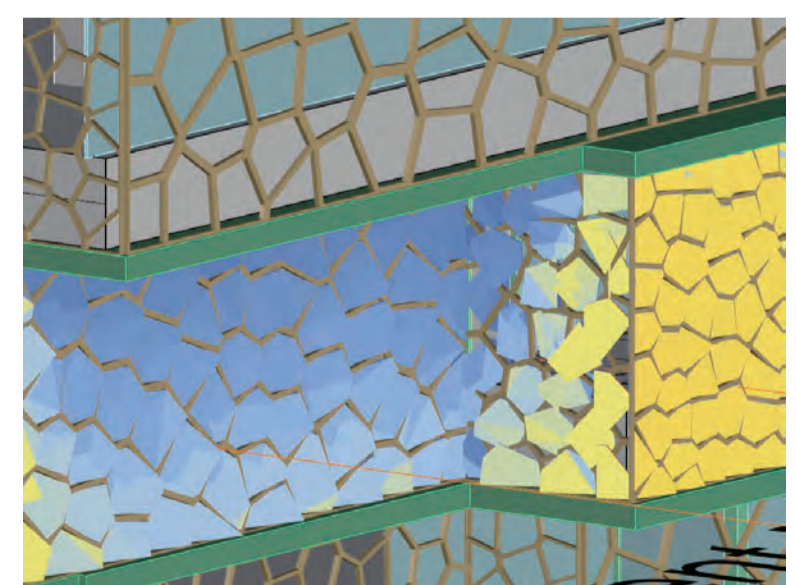
逆解析の結果をもとに建物全体を4mセットバックし、青：0.5~2.0m、緑：2.5~3.5m、赤：4.0~5.0mの範囲で外側に押し出した。

④ゾーニング・プラン作成, ファサードの構築

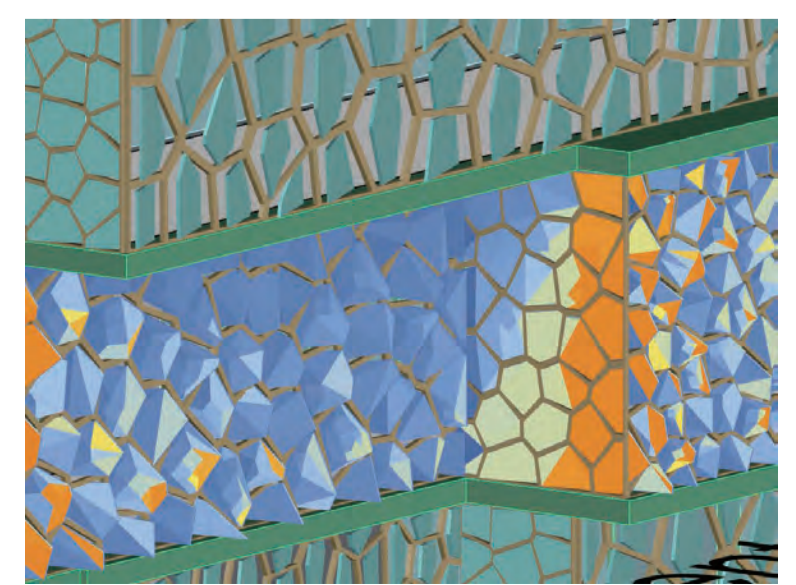
05 ファサードシステムの可能性

ファサードをボロノイ分割し、ファサードパネルの角度を設計変数として季節や時刻によって変動させる

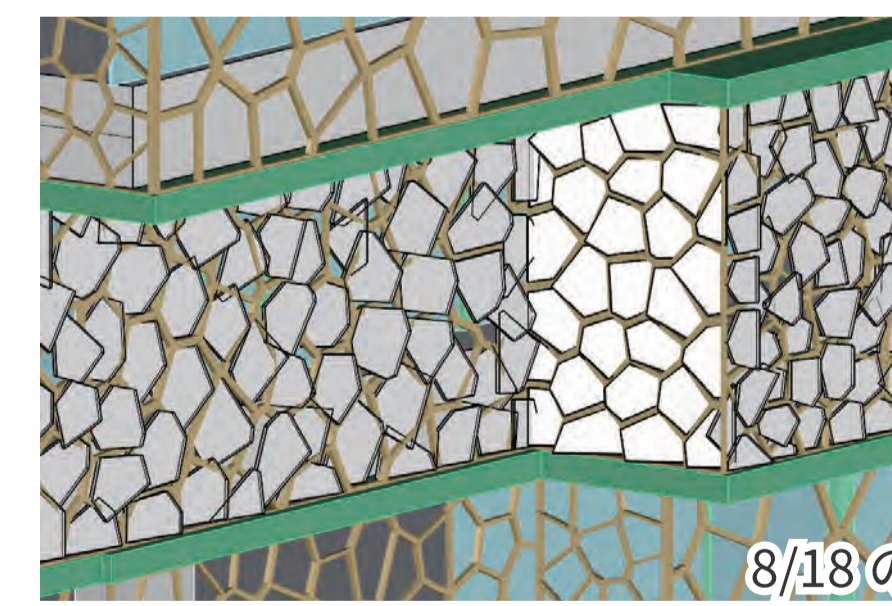
春・夏：パネルに入射する日射量を最大化を目的変数として最適化計算した
春・夏：床面に入射する日射量を最小化、机上面の照度最大化を目的変数として最適化計算した



12時から13時

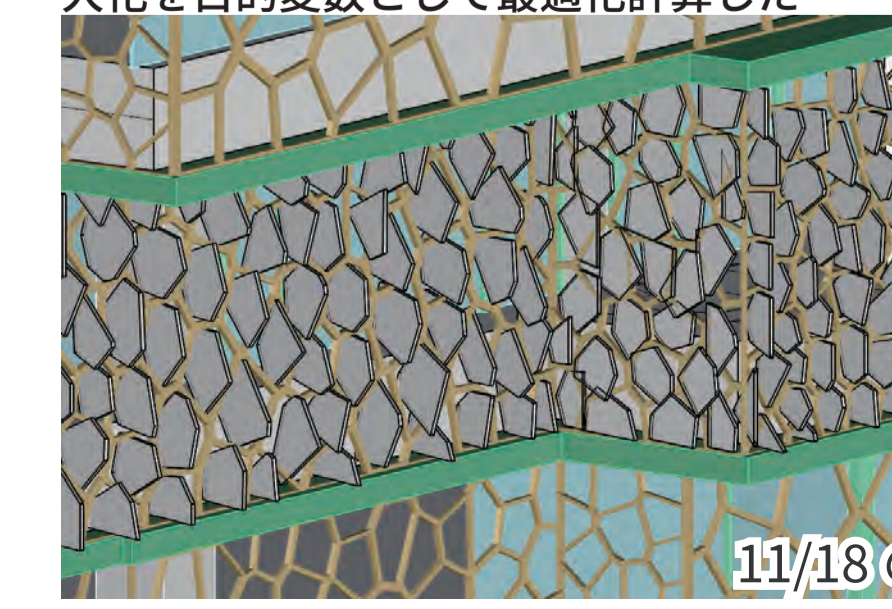


16時から17時



8/18の12時から13時

秋・冬：床面に入射する日射量を最大化、机上面の照度最大化を目的変数として最適化計算した



11/18の12時から13時

最適化計算からわかるように、時刻や季節によってファサードの角度は異なる。今回は技術とパソコンの性能の問題でできなかったが、CFD計算の結果を利用するとより最適化された環境ができる可能性がある。

説明用パネル



瀬野陽生

Haruki Seno

広島大学大学院
先進理工系科学研究科
建築学プログラム
都市・建築計画学研究室

■気象データ

○風配図作成

風配図使用データ：気象庁, 過去の気象データ・ダウンロード, <https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>

気象庁の 2021 ~ 2024 年の風向・風速データをもとに python で作成した。

使用ソフト：FlowDesigner

○Ladybug・Honeybee への利用

観測地点：広島地方気象台

位置：北緯 34.399226248678346, 東経 132.46285145197137

観測点高さ：94.5m

対象地位置：北緯 34.39439206835461, 東経 132.46270682524724

■温熱環境解析、逆解析

○都市解析

解析の領域	計算領域 (m) : 1900×2500×120 都市領域 (m) : 900×1000×120 街区領域 (m) : 100×150×100
最大解像度	計算領域 (m) : 32×32×32 都市領域 (m) : 4×4×4 街区領域 (m) : 1×1×1
乱流モデル	高レイノルズ型 k-εモデル
解析の種類	定常解析
収束条件	ソルバー収束値 : -3 反復回数 : 200
気象条件	2024年8月18日の13:00 風速 : 3.2[m/s] 風向 : SWS 気温 : 34[°C] 湿度 : 50[%]
入力データ	建物・地形 : 3D都市モデル Plateau 樹木 : 航空写真からの判読で作成



○街区・逆解析

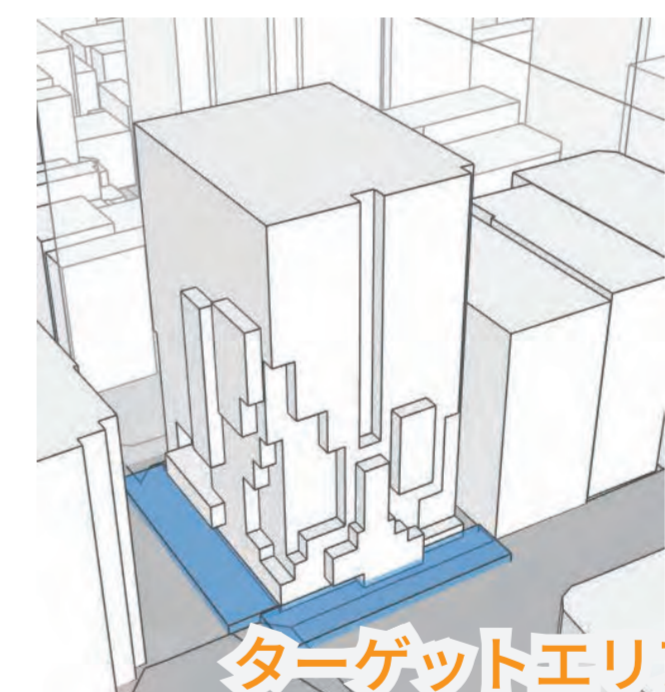
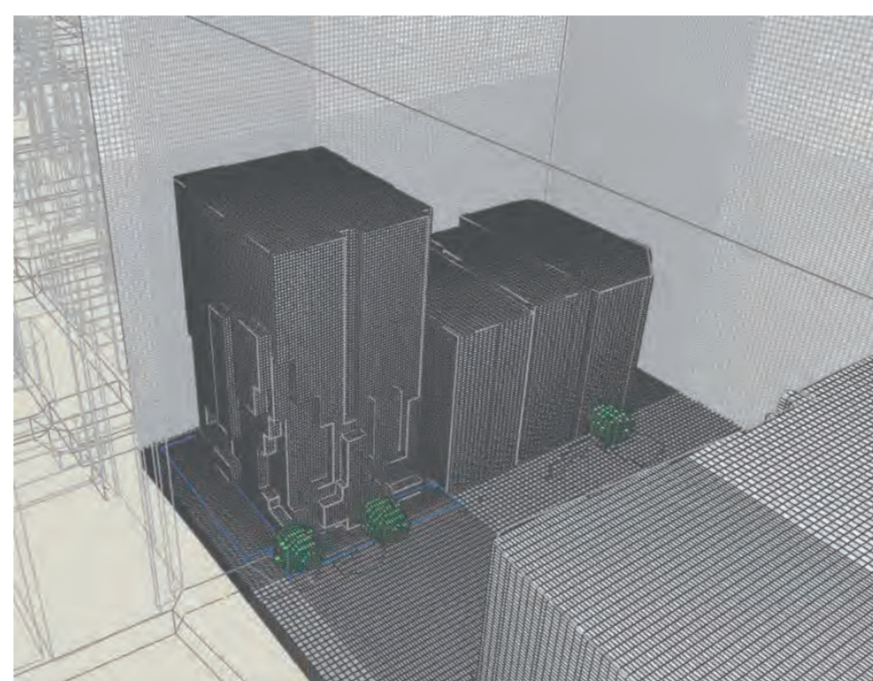
ネスティング計算により都市解析の境界条件を引き継いだ。
逆解析はターゲットエリアを風速 2m/s になるように設定しておこなった。

最大解像度 : 0.5×0.5×0.5

最大隣接比 : 2.02

最大縦横比 : 2.04

総要素数 : 4073064



ターゲットエリア

○屋内解析

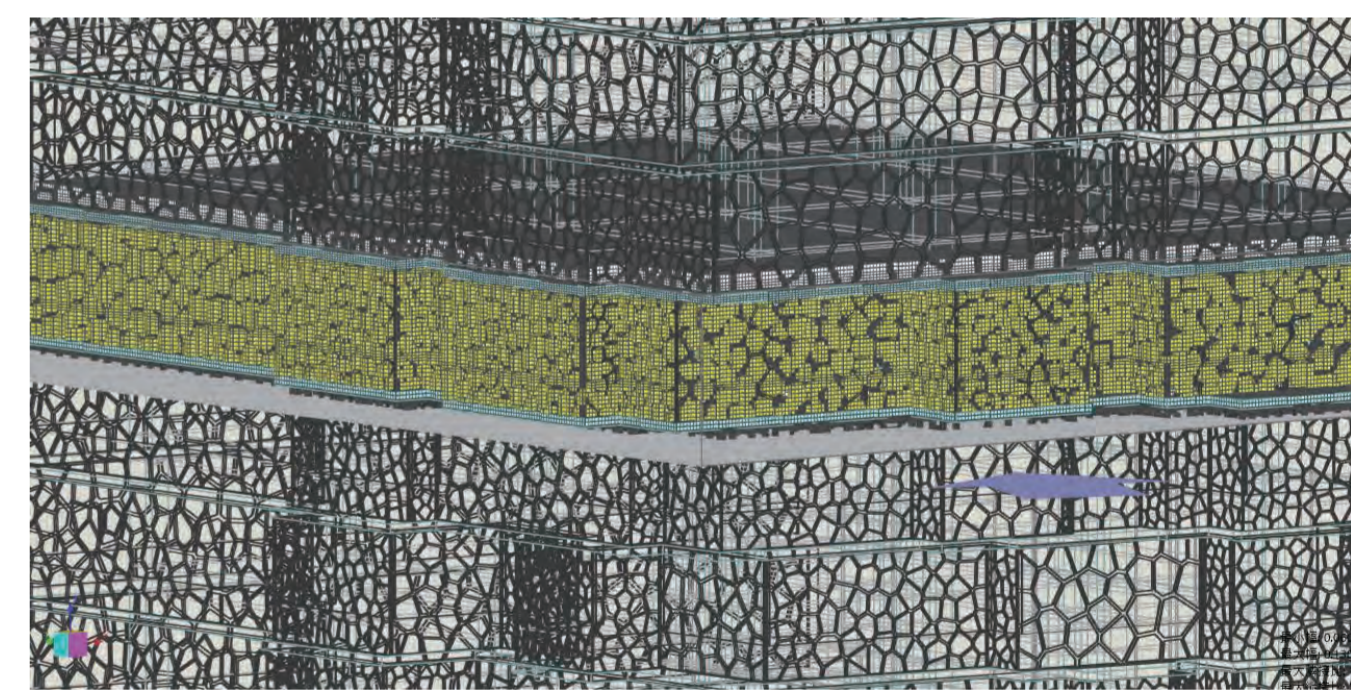
ネスティング計算により街区解析の境界条件を引き継いだ。

解像度 : 0.13×0.13×0.13

最大隣接比 : 1.55

最大縦横比 : 2.13

総要素数 : 4535600



■最適化計算

使用ツール : Wallcei, Grasshopper

日射解析 : Ladybug, Honeybee

○ボリューム形状と日射量の検討

日付 : 8月18日 10時から18時

グリッド間隔 (m) : 0.7

Generation Size : 6

Generation Count : 16

計算時間 : 13時間

○ファサードパネルの角度と日射量検討

日付 : 8月18日 12時から13時

日付 : 8月18日 16時から17時

グリッド間隔 (m) : 0.5

Generation Size : 10

Generation Count : 30

計算時間 : 5 ~ 6時間

○ファサードパネルの角度と日射量・UDI 検討

日付 : 8月18日 12時から13時

日付 : 11月18日 12時から13時

グリッド間隔 (m) : 0.5

Generation Size : 6

Generation Count : 25

計算時間 : 6.5時間