

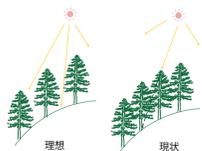
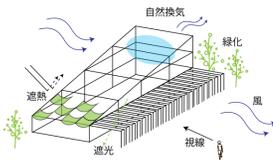
## STEP.0 日本の構造用部材の低使用率、布の廃棄量

近年日本では輸入木材を使うことが多く、樹々が密集し十分な日光を浴びず育った弱い樹木により、なだれなどの自然災害をおこす可能性が高まっている。奈良県は吉野杉が特産品であるが、使われている多くがC材・D材で、構造用部材であるA材・B材の使用率は低い。

また、日本では布の廃棄率が高く環境問題としても挙げられている。奈良県生駒郡は布の生産地としても有名であるため構造用部材の利用、そして布の有効活用を発信するために計画敷地を奈良県生駒郡とし、道の駅を計画する。

計画敷地：奈良県生駒郡

敷地は生駒山と松尾山に囲まれており、自然の豊かな地域である。地域の気象分析を行い、この豊かな自然を最大限活用できるように建築を計画する。



伐採されず光が届かない良質な木が育たない

D材：枝・端材  
C材：小径材  
B材：曲がり材  
A材：通直材



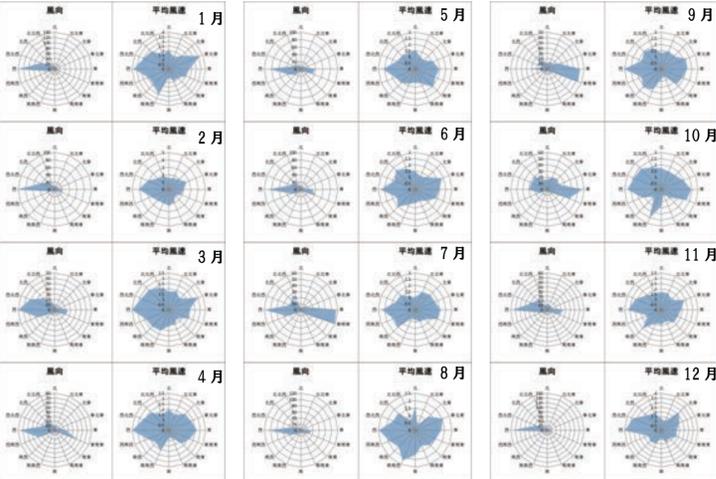
A材・B材の使用率が低い

布の大量廃棄

## STEP.1 気象分析

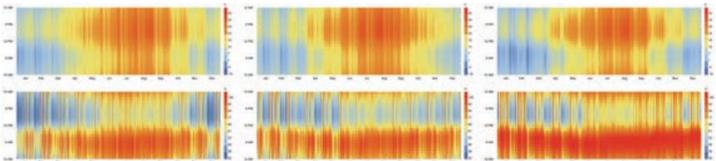
風分析 (アメダスデータ)

年間を通して西から約3.0m/sの風が吹き、7・9・10月は2.0～2.5m/s東から風が吹く。



温度・湿度分析 (epw データ)

奈良は東京・大阪に比べ、平均気温が年間を通して低く、平均湿度は年間を通して高い。



## STEP.2 初期解析

CFD 解析 (地形面から Z=1.5m 高さで表示)

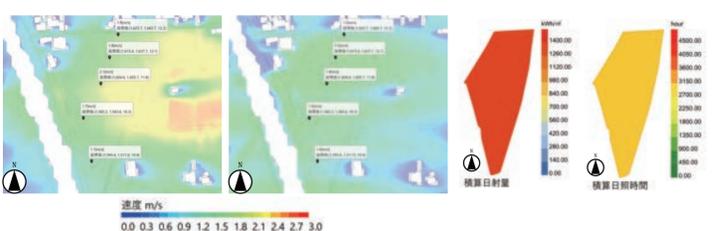
第1卓越風向及び第2卓越風向の解析を行い、敷地内の風速分布を把握した。

第1卓越風向では1.0～2.1m/sの風が吹き、敷地中央部の風速が早くなっていた。

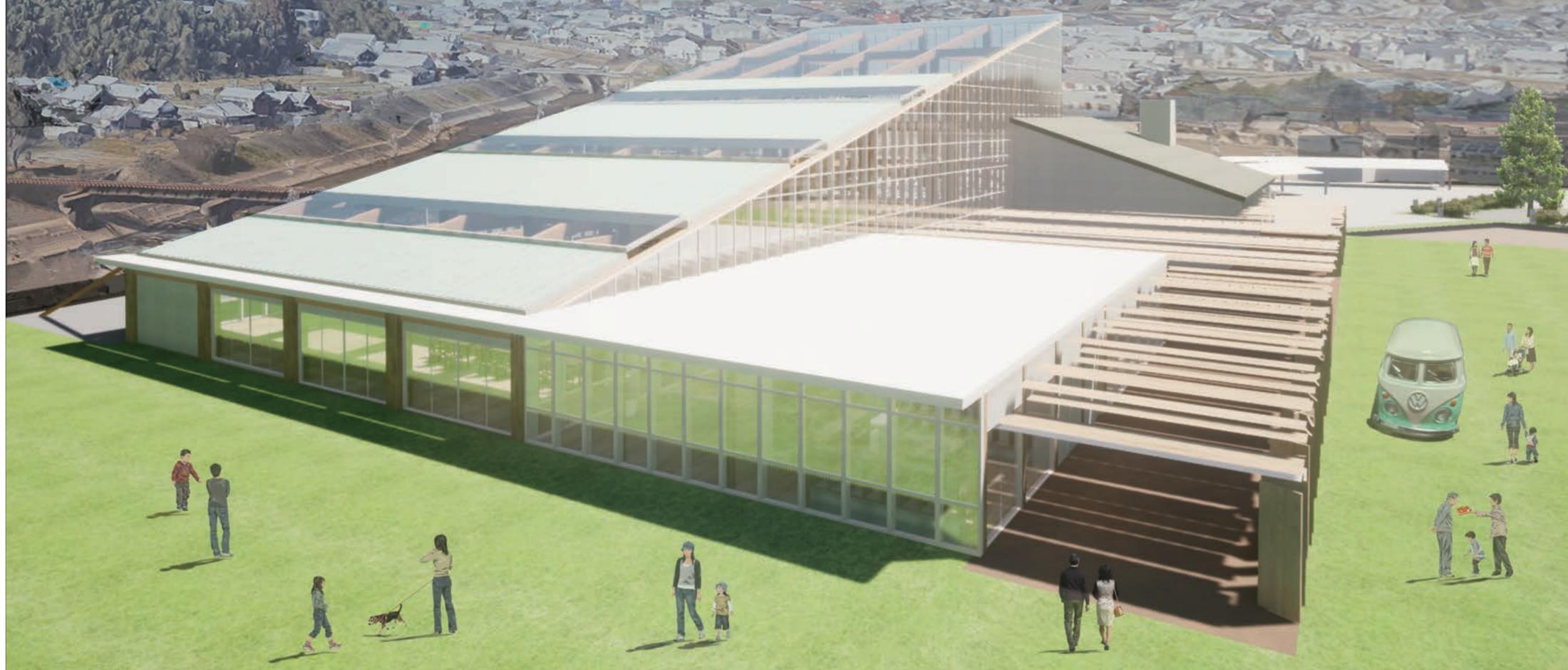
第2卓越風向では1.0～1.5m/sの風が吹き、敷地全体均一な風速分布となった。

日射・日照解析

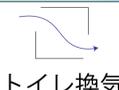
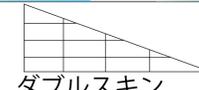
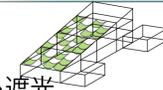
日射・日照解析を行い、敷地内の光環境を把握した。日射・日照、共に均一な分布となった。



# 風と光と翠 ～自然と共生する道の駅～

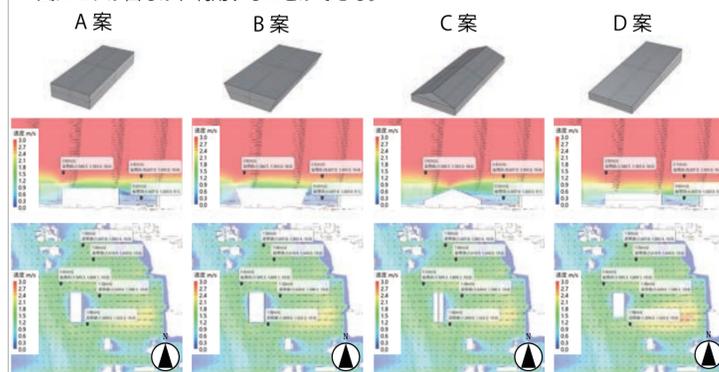


Design flow 1. 敷地の分析 2. ボリューム検討 3. 屋内環境の最適化 4. 屋外環境の最適化

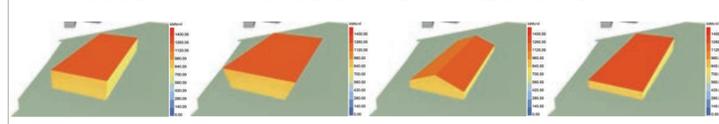


## STEP.3 ボリュームスタディ / 解析及びボリューム確定

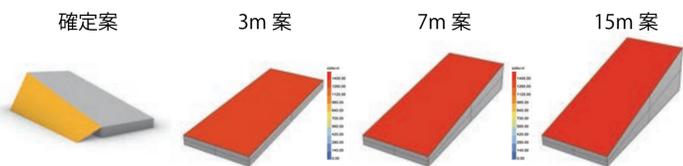
①ボリューム作成および、それぞれにCFD解析/日射解析の実行  
CFD解析では第1卓越風向で検討し、比較を行った。  
A案・B案の風上側西面で風を妨げ、通風を利用することができない。  
C案は風上側西面でうまく風を流す事ができ、通風を利用することができる。  
D案は天井高が低い所では風を受け止め、天井高が高い所では風を妨げた。  
風にムラが出るが、利用することができる。



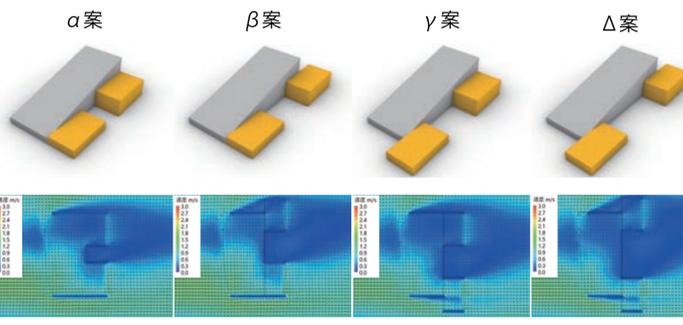
日射解析では年間の積算日射量で算出し、屋根面での比較を行った。  
A案・B案では一律の日射量取得であった。  
C案は東屋根面・西屋根面で日射取得量が異なった。  
D案は北から南にかけて勾配があるため、最も日射取得量が多かった。



②ボリュームの選定  
BaseモデルはD案とし、西面には風がうまく流れるよう、勾配面を設けた。  
また多くの光環境を取り入れるべく、屋根勾配の検討を行った。  
年間を通して最も日射取得ができ、屋根面にムラができる最高高さ15m案とした。



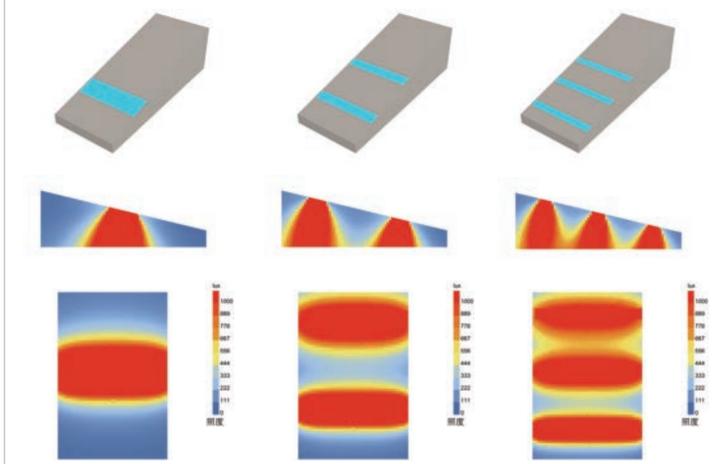
③I・II BOX 配置計画  
トイレや事務所といった道の駅の主要部以外を2つのBOXにまとめる事となった。  
そこで2つのBOXの換気効率上がるよう、建物配置を行った。  
解析の結果、β案が最も換気効率上がる事がわかった。



## STEP.5 天窓の形状計画及び配置計画の最適化

天窓からの採光を利用する1階の1部分のみを解析対象とし、天窓の配置計画を行った。  
はじめに天窓基本形状を策定した。基準として色ムラをあまり出さないよう検討を行った。  
建築基準法により採光に有効な窓(側窓含む)を、居室床面積の1/7以上満たす様最適化を行った。以下が最適化に用いたパラメーターである。

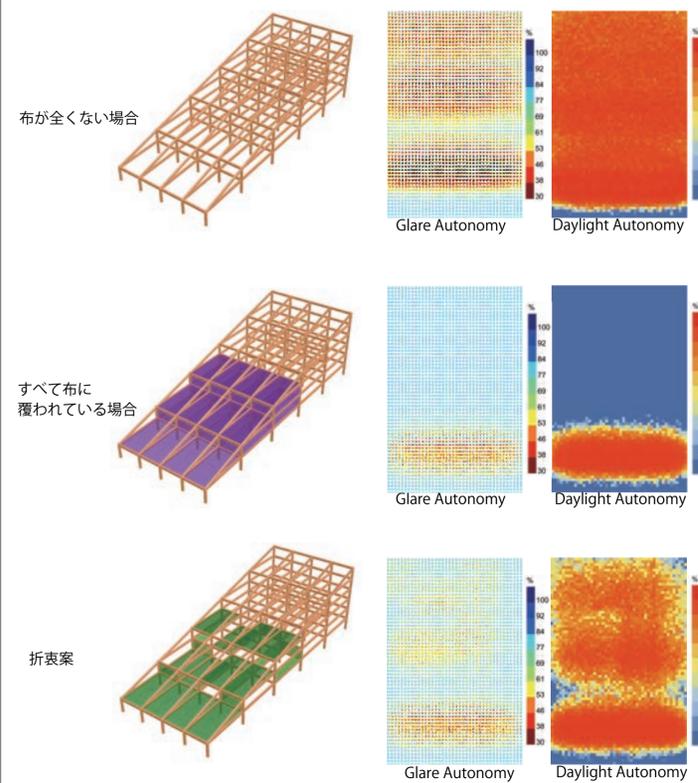
①夏至・冬至における床面高さZ=1.5mの平均照度を高くする(床面12分割とした解析面)。  
②天井面に木材を使用すると想定し、天窓開口面積の最小化。  
開口1つ案・2つ案・3つ案の3パターンの最適解から、色ムラが最も少ない3つ案を選択した。



### STEP.6 布膜による GA 低減手法

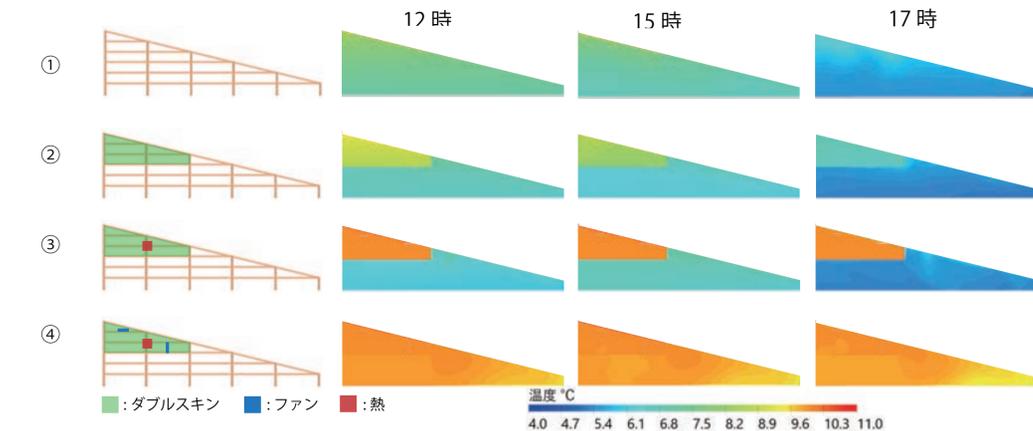
布を用いてグレアを低減しつつ、照度を確保する最適化をおこなった。  
 柱・梁のグリッド配置を基本とし、以下を最適化パラメーターとした。  
 目的関数：①年間照度「300lx 以上」に保てるようにする。/ ②年間グレアを低減させる。  
 変数：布の有無

布が全くない場合、照度は安定して確保できるものの、グレアが多くあった。  
 逆にすべて布で覆われている場合、グレアは抑えることができたが、照度を確保する事ができない。  
 最適化を行い、意匠と議論した結果登り梁が見える事、布の使用率と配置の仕方、年間グレアの低減、年間照度の確保ができる案を選定した。



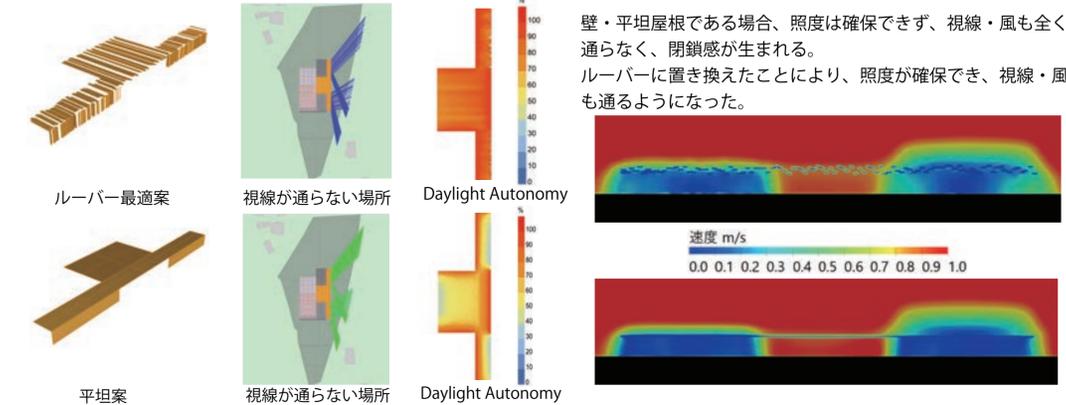
### STEP.7 ダブルスキンを用いた暖房負荷軽減手法の提案

暖かい空気が上層に集積すること・ガラス張りであることを利用し、ダブルスキン工法を検討を行った。  
 ①ダブルスキンがない場合時間が経過するにつれ、室内全体の温度が低下する。  
 ②緑部分をダブルスキンにすることで、緑部分内に熱がたまる。  
 ③ダブルスキン内に 10℃の熱（赤部分）を発生させることにより、ダブルスキン内に熱がたまる。  
 ④さらにダブルスキン内にファンを設ける（青部分）ことで、熱を循環させることができ、暖房負荷を軽減することが可能である。



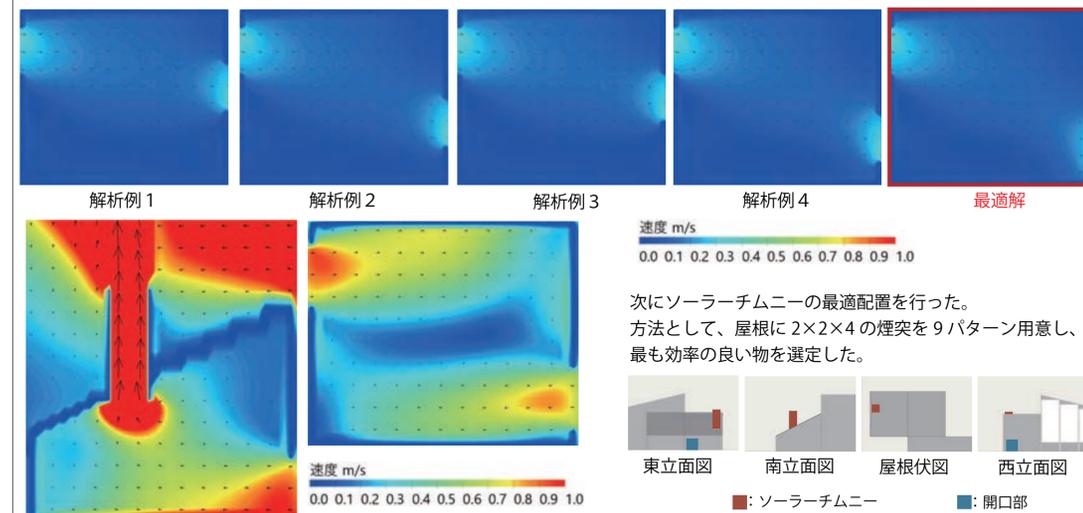
### STEP.9 半屋外スペースのルーバー検討

視線の確保、年間照度の確保することができる、最適化を行った。  
 屋根は照度を確保するよう、ランダムに上下移動するようにし、以下を最適化パラメーターとした。  
 目的関数：①年間照度「3000lx 以上」に保つ。/ ②視線が通るようにする。変数：①屋根ルーバー上下移動 / ②縦ルーバー左右移動



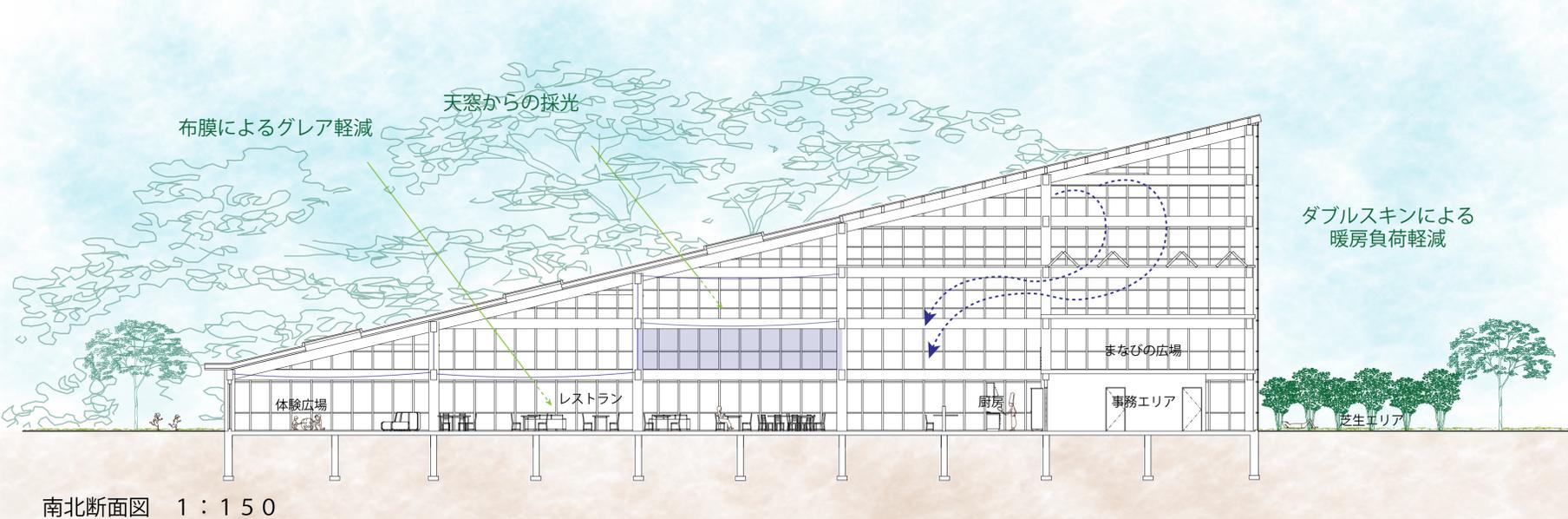
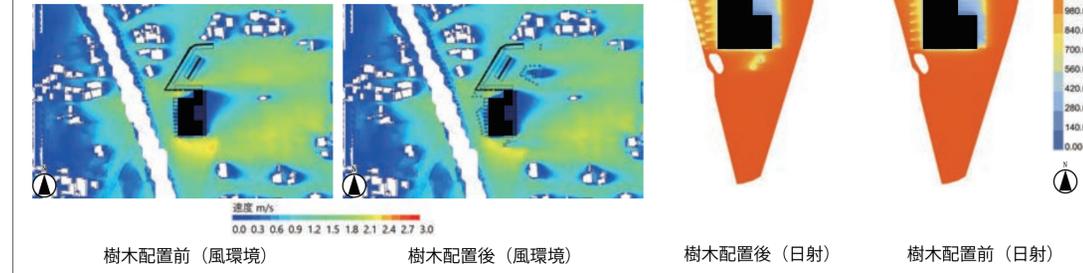
### STEP.8 トイレ通風開口最適配置+ソーラーチムニーの最適配置

はじめにトイレの換気を効率良く行える様、西・東面の開口最適配置を行った。  
 方法として、西・東面の開口をそれぞれ 13 パターン動かす計 169 パターン解析をおこない、室内平均風速が最も高いものを選定した。



### STEP.10 樹木・駐車場の配置検討及び解析

駐車場の歩道には、木材を用いており、光のコンストラクションができる。  
 駐車スペースには、布を用いる事とし、夏の日射・日差しを防ぐ事ができる。  
 樹木配置では、それぞれの長所を活かすことができる配置とした。  
 また駐車場入口付近には、奈良県を象徴するヒノキを配置した。  
 樹木配置前後の解析を行うと、風解析（第 1 卓越風向）の結果として、樹木の有無で周辺建物に大きな影響を及ぼすことはなかった。  
 一方日射解析では樹木が日射を遮っている。また解析は行えていないが蒸散効果が期待できるため、樹木配置の有効性が見られた。



# 説明パネル

## 01\_ 課題趣旨

学校の授業である、設計演習Ⅲ 第1課題「道の駅」を基に設計を行っている。  
課題趣旨は以下となる。

奈良県生駒郡平群町の「道の駅大和路へぐり」が老朽化により建て替えが必要になったと想定し、新しく「道の駅」の設計を行う。

本施設では、ドライブの際の休憩機能のほか、平群町内の農産物・特産品の販売や、県内の観光資源をはじめとする各種情報の発信を行う地域振興の拠点としての整備が望まれる。ここでは、フルーツや野菜などの食材を購入することができ、レストランではその食材を用いた食事を楽しむことができる。さらには、イベントなどの参加を通して生産や加工に関する情報も得ることができる。つまり、「モノ」を買うと同時に、「コト」を体験しに来る場所となることが要求されている。道の駅は、商業施設でもあるが公共的な施設でもあり、関西に留まらない広域圏からの観光客を集め、地域の雇用を創出する可能性を有している。そのためには、この地域の歴史や風土、目に見えない環境や、物理的な周辺環境と関係を繋ぎ、特別な体験をする建築空間であることが求められ、同時にリピーターを獲得する必要がある。つまり、コンビニのように、どこにでもある商品を、どこにでもあるような空間で販売するのは対極にある空間設計だと考える。

## 04\_ 気象分析・気象データ

風向・風速・降水量に関して、気象庁気象データを参照し、表計算ソフトウェア Microsoft Excel を用いて分析を行った(表1)。日射・日照・温度・湿度に関して、生駒の epw データを使用した。また epw データは近年10年間の平均数値に書き換えて行っている。温度・湿度分析は Rhinoceros for Grasshopper のプラグインである Ladybug & Honeybee で行った。

| 観測所名   | 生駒山        |
|--------|------------|
| 緯度     | 34度 40.5分  |
| 経度     | 135度 40.6分 |
| 風速計高さ  | 9.3m       |
| 使用記録年数 | 10年        |
| 時期     | 年間         |



図2: Ladybug & Honeybee\_温度・湿度分析

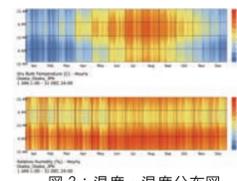


図1: 風況図

図3: 温度・湿度分布図

## 06\_Grasshopper を用いた解析について

### ①Ladybug を用いた解析

Ladybug では以下の解析を行った(図14)。

1. LB Incident Radiation (Step.2 / Step.3 に使用)
  2. LB Direct Sun Hours (Step.2 / Step.3 に使用)
- 解析グリッドサイズを0.3として計算している。

### ②Honybee を用いた解析

はじめにラジアンパラメーターの精度検証を行った(図15)。

-ad 2 ~ -ad 64 では解析結果にブレが生じたが(図16)、それ以降では安定した解析結果が出力された(図17)。

今回の解析では解析時間を考慮し、-ad 2048 で計算を行った。

- 解析条件を以下に示す。
- ・ラジアンパラメーター: -ab 5 / -ad 2048 / -lw 2e-05
  - ・解析グリッドサイズ: 0.3

次に Honybee では以下の解析を行った(図18)。

1. HB Cumulative Radiation (step.5 に使用)
2. HB Imageless Annual Glare (step.6 に使用)
3. HB Annual Daylight (step.6 / step.8 に使用)
4. HB Point-In-Time Grid-Based (step.10 に使用)



図14

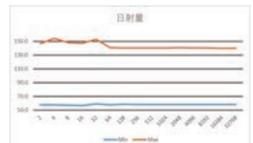


図15: 日射量安定性の可視化

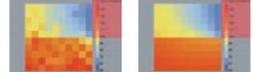


図16: -ad 2 図17: -ad 2048



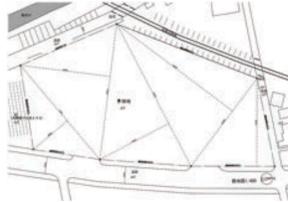
図18

## 02\_ 敷地・周辺条件及び建物概要

所在地: 奈良県生駒郡平群町平等寺 75-1  
用途地域: 準住居地域  
敷地面積: 9,192 m<sup>2</sup> 高低差はないものとし、計画地の南側に洗車場や住宅が存在するが、本課題では畑があるものとする  
許容建蔽率: 60% / 許容容積率: 200% / 高さ制限: 15m  
主要構造: 木造



出典: 国土地理院(電子国土Web)



課題書の敷地図

## 05\_CFD 解析について

解析には流体・温熱・環境シミュレーションソフトウェアである(株)アドバンスドナレッジ研究所の FlowDesigner2022 を使用している。

はじめにテーパー付きモデル(地形再現あり)(図4)とテーパーなしモデル(地形再現なし)(図5)で比較を行った。

テーパー付きモデルでは見られなかったが(図6)、テーパーなしモデルは一部強い風速が流れたため(図7)、

定常解析(風解析)では、テーパー付きモデルで解析を行った。

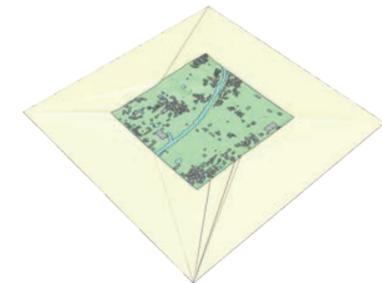


図4: テーパー付きモデル(地形再現あり)

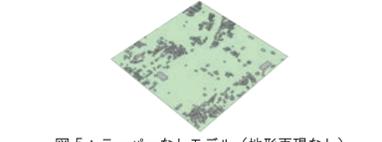


図5: テーパーなしモデル(地形再現なし)

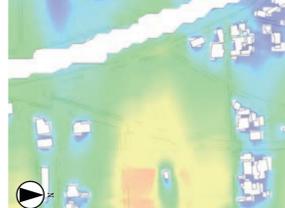


図6: テーパー付きモデル解析結果

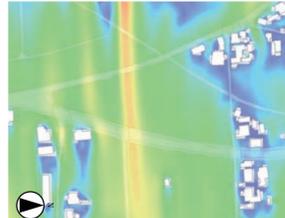


図7: テーパーなしモデル解析結果

### ③Anemone を用いた解析

はじめに Anemone とは、モデリングや Rhinoceros 上でモデルの成長過程等の動きを表現したい際に有用なプラグインである。単純操作を繰り返したい時に便利であり、ある規則を持った動きを表現するのに向いている(図19)。

今回 Step.3 の屋根勾配の検討に用いている。

### ④Wallacei を用いた解析

はじめに Wallacei とは進化型多目的最適化エンジンで、Grasshopper 3D で進化シミュレーションを実行することができる。設計問題の設定、出力結果の分析、最終出力に必要な解の選択など、進化シミュレーションのすべての段階で

より多くの情報に基づいた意思決定を行うことができる(図20)。

解析条件を以下に示す。

- ・Generation Size: 100 / Generation Count: 100 / Population Size: 10000
- 今回 Step.5、Step.6、Step.8 で用いている。
- Step.5 では Number slider を用いて開口の最適化を行っている(図21)。
- Step.6 では GhPython Script で有無判定ができるようプログラミングし、布の有無の最適化を行っている(図22)。
- Step.8 では Gene Pool を用いてルーバーの最適化を行っている(図23)。

## 03\_ メンバー紹介

意匠設計 & 計画担当: 雪本 紗弥香  
大阪工業大学大学院 工学研究科 建築・都市デザイン工学専攻 修士1回  
建築計画第2研究室

環境シミュレーション担当: 川本 容士  
大阪工業大学大学院 工学研究科 建築・都市デザイン工学専攻 修士2回  
環境第2研究室

環境シミュレーションサポートメンバー: 岡本 大照 / 秋元 萌奈美  
大阪工業大学 工学部 建築学科 学部3回生

敷地調査・意匠設計 & 計画サポートメンバー: 西島 咲紀  
大阪工業大学 工学部 建築学科 学部3回生



雪本 紗弥香



川本 容士



秋元 萌奈美



岡本 大照



西島 咲希

## 定常解析(風解析)の条件

| 解析種類        | 定常解析                               |
|-------------|------------------------------------|
| 乱流モデル       | 修正 L-K モデル                         |
| 収束判定 / ベキ乗則 | 10 <sup>-5</sup> / α=0.2           |
| 計算回数        | 500 回                              |
| 解析領域(初期段階)  | (x) 3,000m × (y) 3,000m × (z) 200m |
| 総要素数(初期段階)  | 3,966,330 (x:290 y:291 z:47)       |
| 流速・圧力補正     | SIMPLEC                            |
| 風上化         | 1st-order                          |
| ソルバー種類      | 倍精度                                |

## 非定常解析(熱負荷計算)の条件

| 解析種類        | 非定常解析                         |
|-------------|-------------------------------|
| 乱流モデル       | 高レイノルズ数型 / k-ε モデル            |
| 収束判定 / ベキ乗則 | 10 <sup>-5</sup> / α=0.2      |
| 疑似刻み時間      | 10 分                          |
| 解析領域        | (x) 200m × (y) 200m × (z) 50m |
| 総要素数        | 4,000,000 (x:200 y:200 z:100) |
| 流速・圧力補正     | SIMPLEC                       |
| 風上化         | 1st-order                     |
| ソルバー種類      | 倍精度                           |

- ①初期解析 / ②ポリウムモデル解析 / ③ I・II BOX 配置計画 / ④半屋外スペースのルーバー検討 / ⑤トイレ換気の実適開口配置の検討 / ⑥最終解析で用いており、対象面設定を行っている。
- また③~⑥では解析精度向上のため、ネスティングを設けて解析を行った。

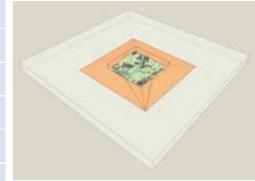


図8: 解析領域(初期段階) 3,966,330 (x:290 y:291 z:47)

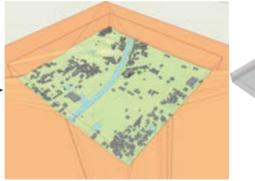


図9: 解析領域(ネスティング) 4,739,056 (x:238 y:262 z:76)

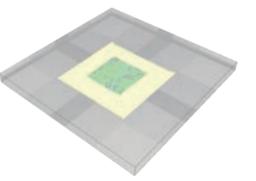


図10: 格子分割図

ダブルスキンを用いた暖房負荷軽減手法の提案で用いた。屋根にかかる日射熱量は ladybug を用いて各時間ごと算出し、その値を反映させ解析を行った。

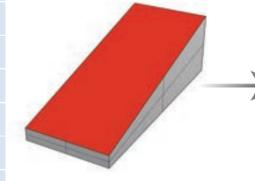


図11: ladybug を用いて日射解析



図12: 屋根に熱負荷を与える



図13: 格子分割し、解析を行う

## 07\_ その他参考文献から引用した数値について

光・熱に関する解析を行う際の数値条件として、  
著者: 川島範久『環境シミュレーション建築デザイン実践ガイドブック 自然とつながる建築をめざして』(彰国社、2022年5月30日 第1版発行)  
に記載されている数値を参考に解析を行っている。以下は解析に用いた数値である。

### ①光に関する条件

- ・天井面: 反射率 80% / 壁: 反射率 60% / 床: 反射率 30%
- ・布類(白布(木綿、麻))を想定: 反射率 50%
- ・木材及び建築木部(檜(新))を想定: 反射率 60%
- ・ガラス: 透過率 80%

### ②熱に関する条件

- ・ガラス: 熱貫流率 4.0 [W / m<sup>2</sup> · K]

樹木に関する解析を行う際の数値条件として、  
FlowDesigner2022 の樹木キャノピー設定一覧を用いて解析を行っている。  
今回は樹木の種類に関係なく、葉面積密度: 4 / 抵抗係数: 0.8 / モデル定数: 1.8 としている。  
また、著者: 山崎誠子+建築知識編集部『新・緑のデザイン図鑑 樹木・植栽・庭づくりのテクニック』(エクスナレッジ、2009年5月22日)を参考に樹木の選定を行っている。

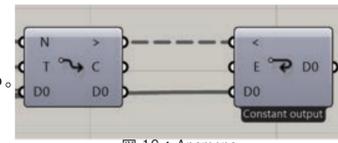


図19: Anemone

N: 可変する数値を挿入  
T: ボタン  
D0: 動かすものを挿入



図20: Wallacei

Genes: 変数を挿入  
Objectives: 目的関数を挿入



図21: Number slider

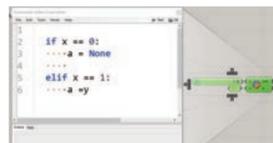


図22: GhPython Script

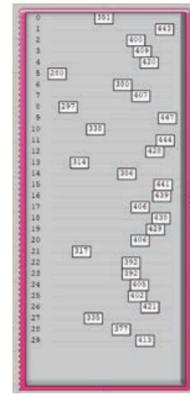


図23: Gene Pool