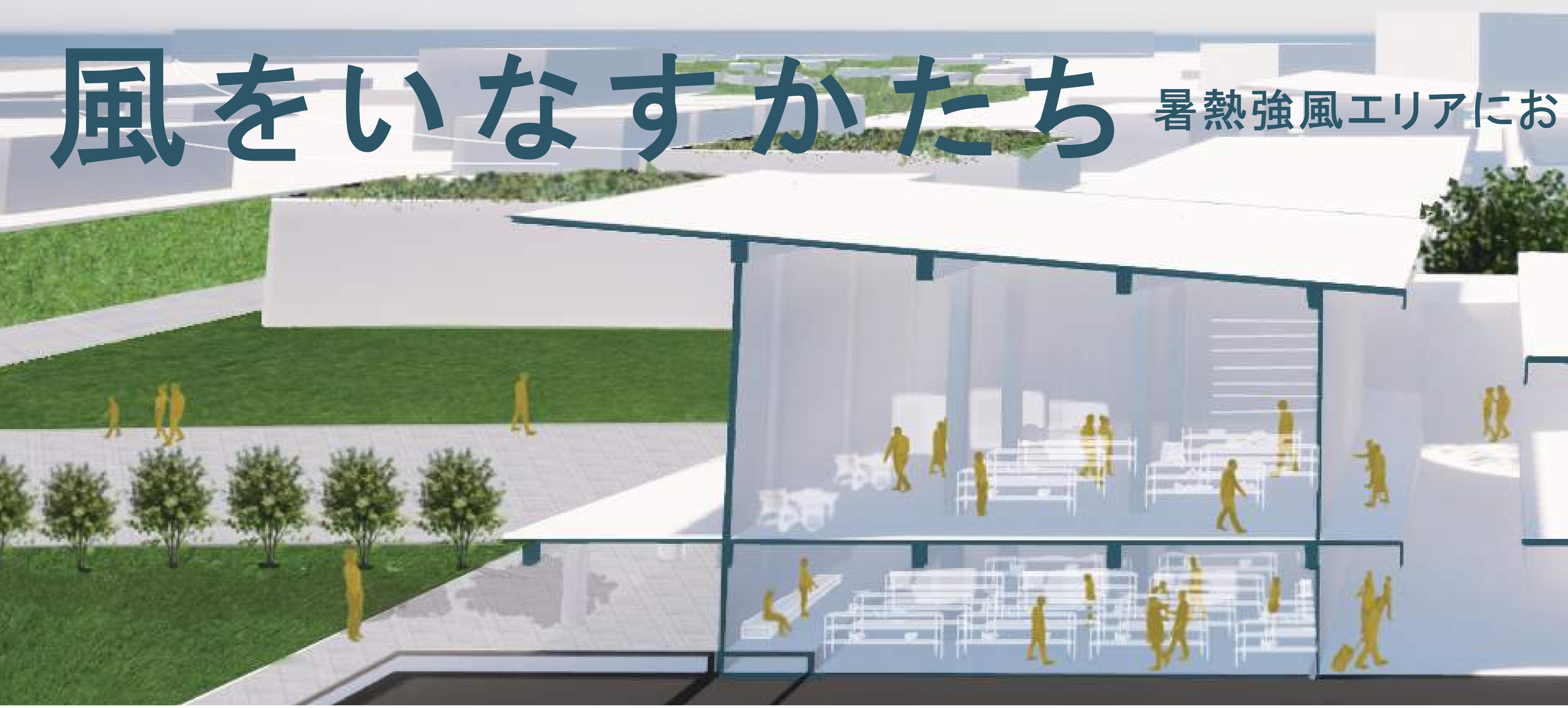


風をいなすかたち

暑熱強風エリアにおける
風景の変遷と
緑化建築の実践



1. 研究の概要

背景 / 目的 / 位置づけ / 言葉の定義 / 敷地

2. 風環境シミュレーション

シミュレーションの目的と構成・条件整理
シミュレーションの結果・考察

3. 設計条件の整理

風をコントロールするボキャブラリーリスト
ビル風種類と発生場所・対策の整理
人と風 / 植物 / 台風について

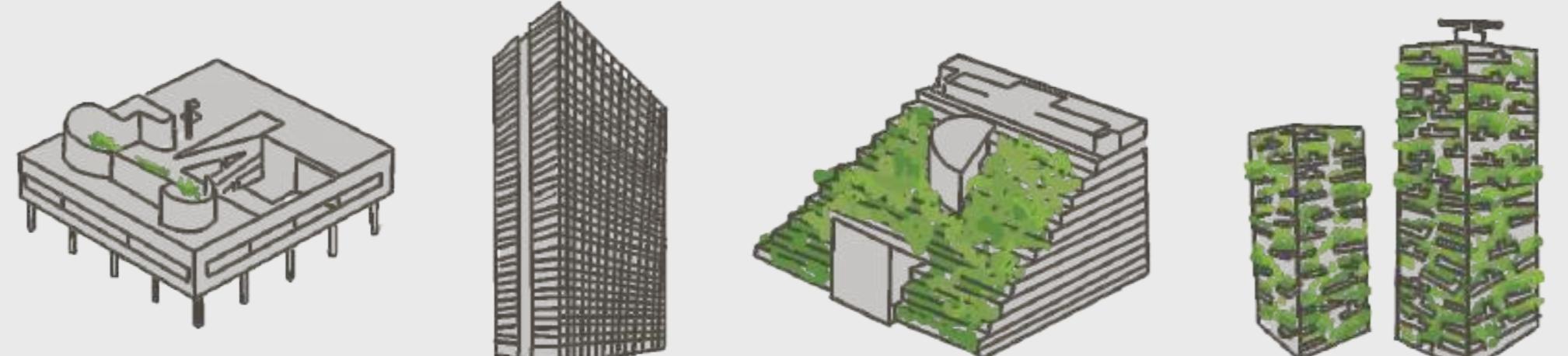
4. 設計提案

国際会議場 / 交易施設

背景 過去100年の緑化建築の変遷

1930年代のライトやコルビュジエによる「建築と自然との融合」から始まり、高度経済成長期に一時停滞したが、1980年代には環境問題への関心から緑化が再注目される。2010年以降はSDGsや脱炭素社会の実現に向け生態系に配慮した緑化が求められている。

1930 1960 1980 2010



1931 サヴォア邸 1968 霞が関ビルディング 1995 アクロス福岡 2014 垂直の森

背景 緑化を妨げる要因

- | | |
|---------------|-------------|
| 台風・強風といった気象要因 | 強風が集中する建物形状 |
| 立地的問題(塩害など) | 環境に合わない植物選定 |
| 維持管理費支援が希薄 | 緑化知識の不足 |



言葉の定義

出典 気象庁・天気予報等で用いる予報用語、気象庁ホームページ、2025-03. https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/mokujii.html。（参照 2025.07.06）
東京都環境局・緑化計画の手引き、2025-06-19. https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/nature/green/plan_system/guide。（参照 2025.07.14）

暑熱強風エリア

気温が 31°C以上、強い風が吹く地域条件が重なる場所

環境負荷の低減

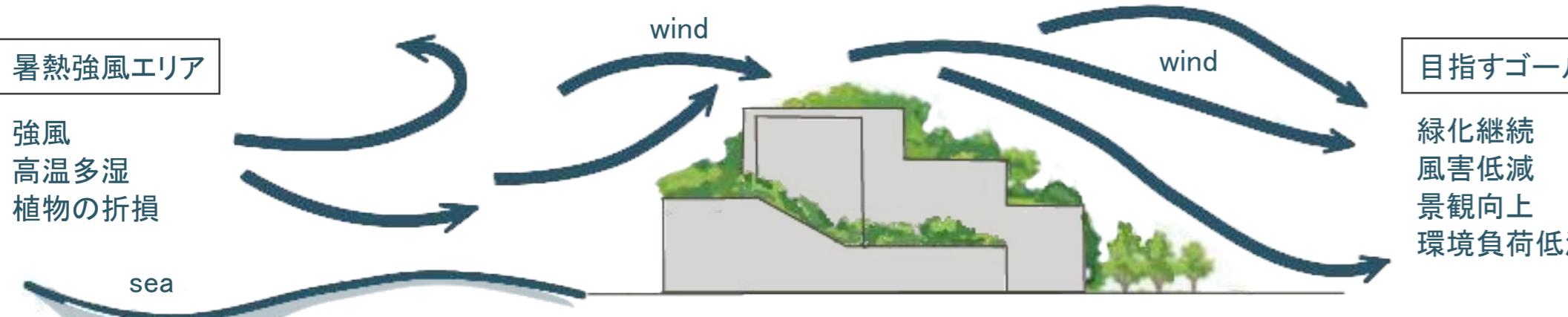
建築によって環境にかかる影響（エネルギー消費量の削減、温室効果ガスの排出抑制、ヒートアイランド現象の抑制、雨水処理負荷の軽減）の総称

建物形状の工夫による緑化の維持管理向上と環境負荷低減を目指して



研究目的

- 暑熱強風エリアを対象に、強風に耐えながら緑化を維持し、環境負荷の低減と景観向上に寄与する建築的手法を明らかにすることである。
- 植物を付加的な設備で守るのではなく、建物形状自体を工夫することで、風を和らぎ植物の折損や飛散を防ぐ設計を提案する。



| | |
|----|-------------------------------|
| 強風 | 風速が 15.0m/s 以上の風 |
| 緑化 | 建築物や敷地内に植物（樹木・地被植物・芝）を植えること |
| 維持 | 植えた植物が健康に育ち続けるように日常的に手入れを行うこと |

敷地：那覇港湾施設

■ 所在地 沖縄県那覇市 ■ 面積 55.9ha

■ 現状 米国軍の港湾施設として使用
(倉庫、船舶修理場など)

■ 特徴 那覇空港や那覇港に隣接、返還後の跡地利用ポテンシャルが高いエリア

沖縄県本島



那覇は亜熱帯気候で年間を通して暖かく、湿度が高い。周囲を海に囲まれ、海風が絶えず吹き抜け、冬は北東、夏は南西の風が多い。また台風が接近すると強風が長時間続くことがある。

1945 年 米軍による占領、港湾改良工事の開始

1972 年 沖縄返還

引き続き米軍施設「那覇港湾施設」として提供

1974 年 日米安全保障協議委員会（第 15 回）にて
移設条件付き全部返還」に合意

2013 年 日米両政府による「統合計画」公表
返還時期は「2028 年度又はその後」とされる



風環境シミュレーション

- CFD(Computational Fluid Dynamics: 数値流体力学) 解析ソフトを用いて、建物形状が風の流れに与える影響を可視化する
- 緑が根付きやすい場所を検討するための資料とする

| | |
|-------|-------------------------------|
| 使用ソフト | CFD 解析ソフト (Flow Designer2024) |
| 解析手法 | 定常解析 |
| 乱流モデル | 標準 $k-\varepsilon$ モデル |
| メッシュ | 直交構造格子 |
| 風速 | 5.0/10.0/20.0 (m/s) |
| 風向き | 4 方位 (東西南北) |
| 温度 | 25°C |

| 建物分類・モデル作成 |
|---|
| 4 方位 × 3 段階の風速条件で CFD 解析を実施 |
| 地上 1.5/10.0/30.0(m) における風速分布を抽出 |
| 風が弱い場所の特定 |
| カラーレンジの上限を 15.0m/s に設定 寒色系 で表示されている場所が 緑が根付きやすい静穏域である |
| 設計への活用 |
| シミュレーションから得られたことを建物形状や 緑の配置計画の反映させる |



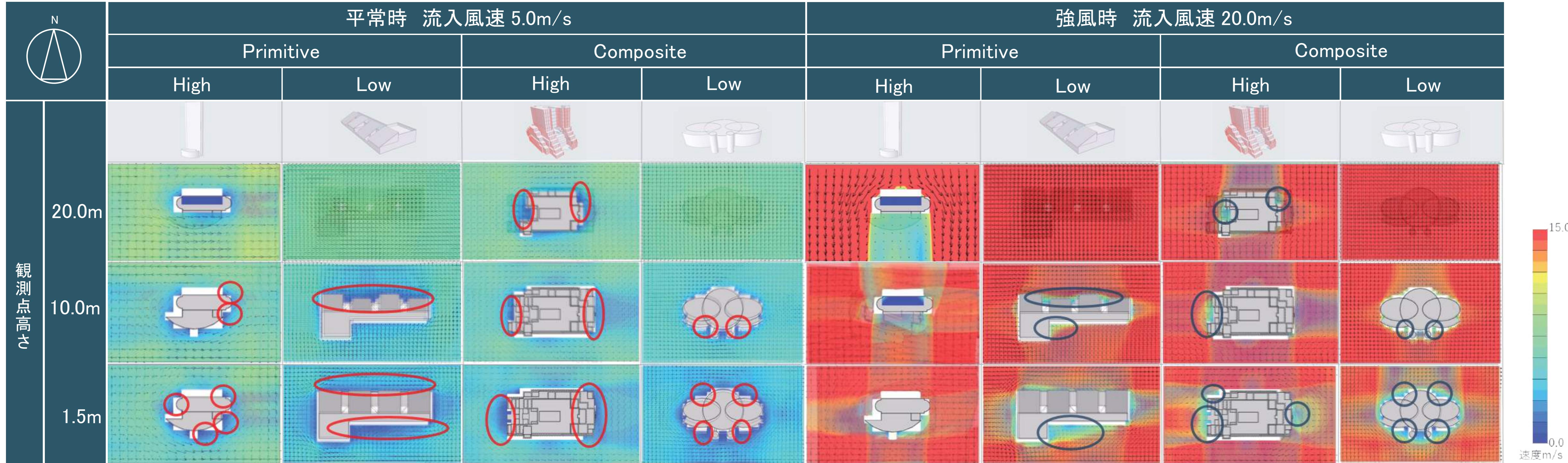
風をコントロールするボキャブラリーリスト

風環境シミュレーションを通じて得られた風の流れと新建築をもとに整理した。本図を手がかりに建築形態や配置を検討する。

| 操作 | A 止める | B 弱める | C ばらす | D | | | | | | | |
|----|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 図 | | | | | | | | | | | |
| 名 | A-1 防風壁 風を直接遮断 ブロック | B-1 アール 風を受け流し 局所的な風の集中を防ぐ | B-2 ルーバー 流れを緩やかに | B-3 テーパード形状 急激な風圧変化を抑える | B-4 のこぎり型 風を細かく分断 | B-5 丸み 風を滑らかに流す 乱流の発生抑える | B-6 フェンス 流れを緩やかにする | C-1 ポリュームずらし 強風域を細分化する | C-2 分離 風を複数経路に分けて分散させる | C-3 ねじれ 風の当たり方を高さ方向に変化させ風圧の集中を分散 | D-1 ピロティ 建物下部に通り道 流れを確保 |
| ○ | | | | | | | | | | | 平均風速の増大 |
| △ | 剥離流／下降流 | 剥離流／吹上 | 後流域における乱れ | 剥離流／吹上 | 剥離流／カルマン渦 | 剥離流 | 後流域における乱れ | 剥離流 | 下降流／谷間風 | 剥離流／縦渦 | |
| 図 | | | | | | | | | | | |
| 名 | A-2 防風林 植栽の密度により 風を減衰 | B-7 L字 風向と風を変化させる | B-8 コの字 内側に風を留めて和らげる | B-9 T字 風を左右に振り分け一点集中を防ぐ | B-10 屋根形状 風を上方へと逃がす | B-11 植栽 葉や枝が風を受け止める | B-12 マウンド 地形の起伏によって風を持ち上げる | C-4 階段型 段階的に崩し連続的に減衰させる | C-5 隅切り 風の巻き込みを防ぐ | C-6 スリット 縦のスリットで風を通し分散させる | D-2 開口 風を建物内部へ導く |
| ○ | | | | | | | | | | | 逆流／谷間風 |
| △ | 後流域における乱れ | 剥離流／谷間風 | 逆流／谷間風 | 剥離流／縦渦 | 剥離流／吹上 | 後流域における乱れ | 下降流／吹上 | 剥離流／吹上 | 剥離流／縦渦 | 剥離流／吹上 | |

【結果】風環境シミュレーション 建物形状における地上高別の風速分布

平常時を想定した風速 5.0m/s、台風や強風時を想定した風速 20.0m/s の解析結果をまとめた。東西南北の 4 方位から吹く風の解析結果を、一つの図に重ね合わせて表示している。



風環境シミュレーションの解析結果の傾向

解析結果の傾向と設計への適応をまとめている。

| 通す | | | 利用する | | |
|---------------|----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--|
| | | | | | |
| D-2 隙間 | D-3 クロスベンチレーション | D-4 ベンチュリ効果 | E-1 風力発電 | E-2 風向可視化(旗) | |
| 風の抜けを生む | 風の圧力差を利用する横断換気 | 風の流れを絞ることで流れを促進 | 風をエネルギーとして回収 | 安全性の向上 防災や快適性向上 | |
| 谷間風 | | 平均風速の増大 | 加速 | | |
| | | | | | |
| D-6 高床式 | D-7 パッシブバッфер | D-8 通風塔 | E-3 ウィンドウクラッシャー | E-4 風を感じる居場所 | |
| 建物下部に通り道流れを確保 | 自然の力をを利用して室内を涼しく保つ手法 | 風を引き込む | 環境制御に活用 | 誰かの大切な居場所となる | |
| 加速 | | 下降流／吹きおろし | 吹上 | | |

| 分類・形状特性 | |
|-----------------------------|--|
| ① High Primitive 高層・単純形状 | 建物による遮蔽効果は大きいが、周囲に強いビル風（剥離流）が発生することが多い。局所的に強風域が生じる傾向がある。 |
| ② Low Primitive 低層・単純形状 | 風の影響を全体的に受けにくいが、建物背後に生まれる静穏域の範囲も限定的となる。 |
| ③ High Composite 高層・複雑形状 | 階段状のセットバックや複雑な凹凸により風を分散・減速させる。地上付近（1.5m）に広範な静穏域を作りやすい。 |
| ④ Low Composite 低層・複雑形状 | 建物自体が風を遮るだけでなく、形状の複雑さによって風速を和らげ、安定した静穏地を確保しやすい。 |

複合形状 : Composite は通風と風速抑制効果あり
建物の角部や隙間に生まれる静穏域を積極的に取り込み、緑の生育環境を確保

ビル風の種類と発生場所・対策の整理

※本表は、Hexagon 株式会社ソフトウェアクリエイド「建築デザイナー必見！ビル風コラム 第4回：風の特性2 ビル風、地形風、樹木の影響について」
図1 主なビル風現象 を参考に筆者作成

本表では主要な8~9つのパターンを分類しているが、実際の街ではこれらが複合的に発生する。

| | 剥離流 | 吹上 | 下降流 | 後流 | カルマン風 | 逆流 | 縦渦 | 谷間風 | ピロティ風 |
|------|--|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 発生場所 | 建物の角・屋根の縁 急な形状変化部分 | 建物の風上側壁面・角部 | 高層建築の風下側・側面 | 建物の風下側全体 | 建物の風下 左右交互に発生 | 後流域・隙間・低層部 | 建物の角・高層側面 | 建物と建物の間 | ピロティ・建物下部 |
| 状態 | 風が壁面に沿って流れ きれず、乱れる | ぶつかった風が行き場を 失って上方向へ持ち上がる | 上部で加速した風が 地表に叩き落とされる | 風下側に発生する渦や 空気の乱れ | 障害物の後ろで渦が 交互に生まれる | 主風向とは逆向きの風 | ぶつかった風が渦になり 地表付近に達する | 狭い空間で 風が絞られて加速 | 上部で受けた風が 下に流れ込んで加速 |
| 特徴 | ・流れが不安定 ・乱流の起点になる ・風圧が急変する | ・高層部で風速増大 ・屋上・上階テラス注意 | 地上が急に強風 歩行者風害の原因 | ・風速が低下 ・流れが不安定 ・渦が発生しやすい | ・周期的な揺れ ・構造・騒音 不快感の原因 | ・予測しづらい ・ゴミや雨を巻き込む | 局所的に風が強い | 長い直線動線で発生 可能性が高い | ・夏は涼しい ・台風時は危険高まる |
| 設計 | 角を丸める → 剥離を弱める あえて剥離させて → 風をばらす | セットバック 上部ボリュームの後退 屋上緑化で緩和 | ・低層部ボリューム ・庇・ピロティ・植栽 ・高さ分節 | セットバック 植栽配置 | 形状を左右非対称に エッジを崩す ばらす配置 | ・隅切り ・開口位置の調整 | 角を丸める → 剥離を弱める | 建物間隔の調整 下層で拡散 あえて通風動線に使う | 天井高さ レベル差をつける |

風は、地表の温度差を埋めるために空気が移動することで発生する自然現象であり、太陽光がある限り絶えず生まれる再生可能エネルギーである。古くから脅威であると同時に、涼を得る手段としても活用されてきた。

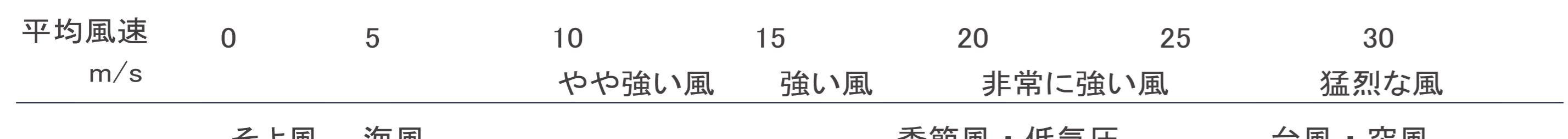
現代では、最新の耐風設計で安全を守りつつ、自然換気や風力発電などに活かされている。

風と人、樹木について

※本表は大林組公式サイト特集 風と向き合う
風の仕組みと自然エネルギーの利活用の解説図および内容を参考に筆者作成

風は、地表の温度差を埋めるために空気が移動することで発生する自然現象であり、太陽の光がある限り絶えず生まれる再生可能エネルギーである。古くから脅威であると同時に、涼を得る手段としても活用されてきた。現代では、最新の耐風設計で安全を守りつつ、自然換気や風力発電などに活かされている。

風・人・樹木の整理



植物について

敷地の緑化にあたっては、沖縄の塩害や強風に耐えうる地域固有の植物選定が不可欠である。内閣府沖縄総合事務局の指針に基づき、耐潮性・耐風性・耐乾性に優れたアマミヅタ、オオイタビ、ヒハツモドキといった壁面緑化に適した付着・登はんタイプの植物や、ヒスイカズラ、アリアケカズラといった下垂タイプの植物を、設計に反映させる。

台風について

台風は大雨、強風の両方、あるいはどちらかをともなった、風速17.2メートル以上の風の吹く熱帯低気圧のことである。台風の一生は発生期、発達期、最盛期、衰弱期に分けられ、日本に接近するものは、主に最盛期と衰弱期である。

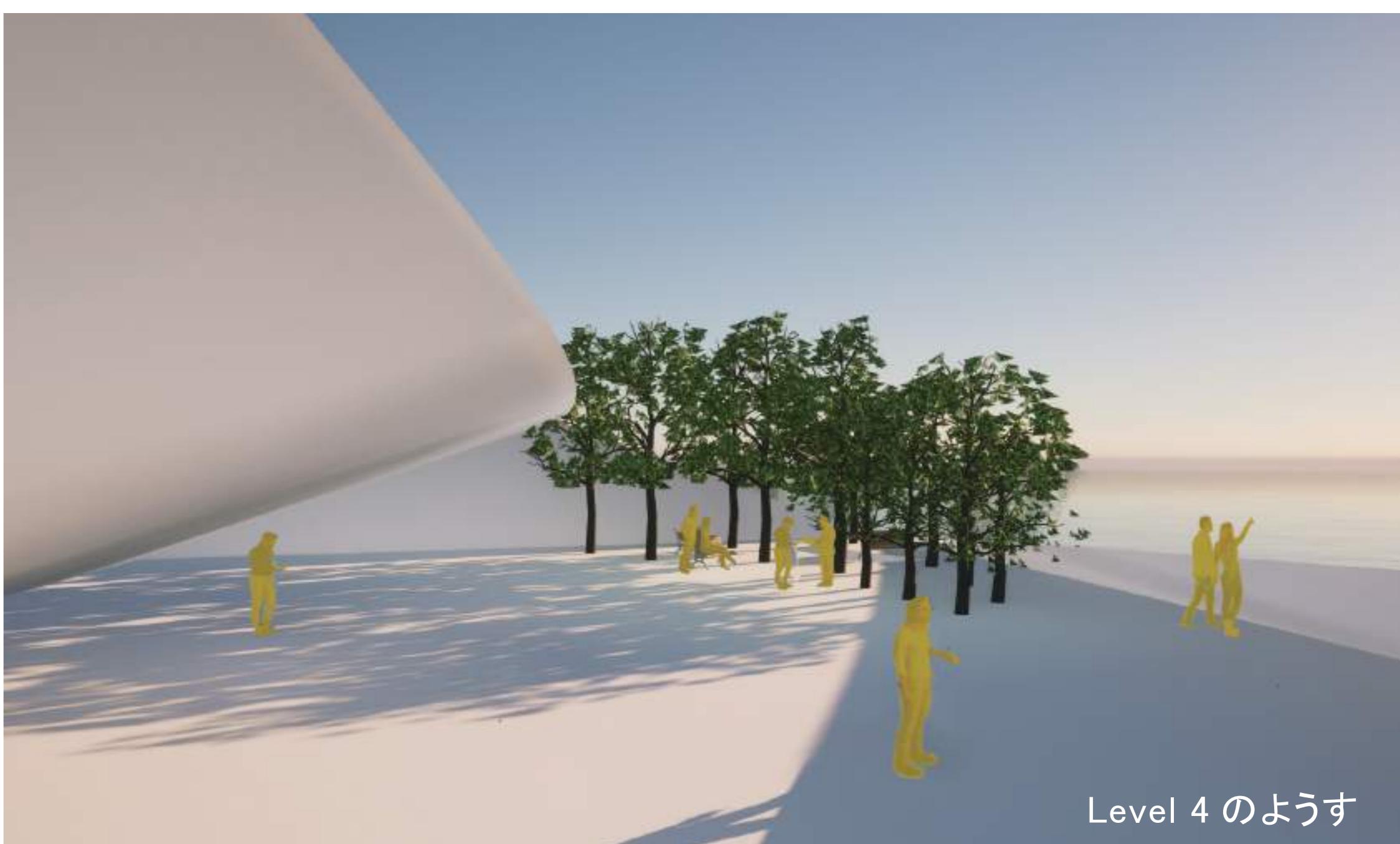
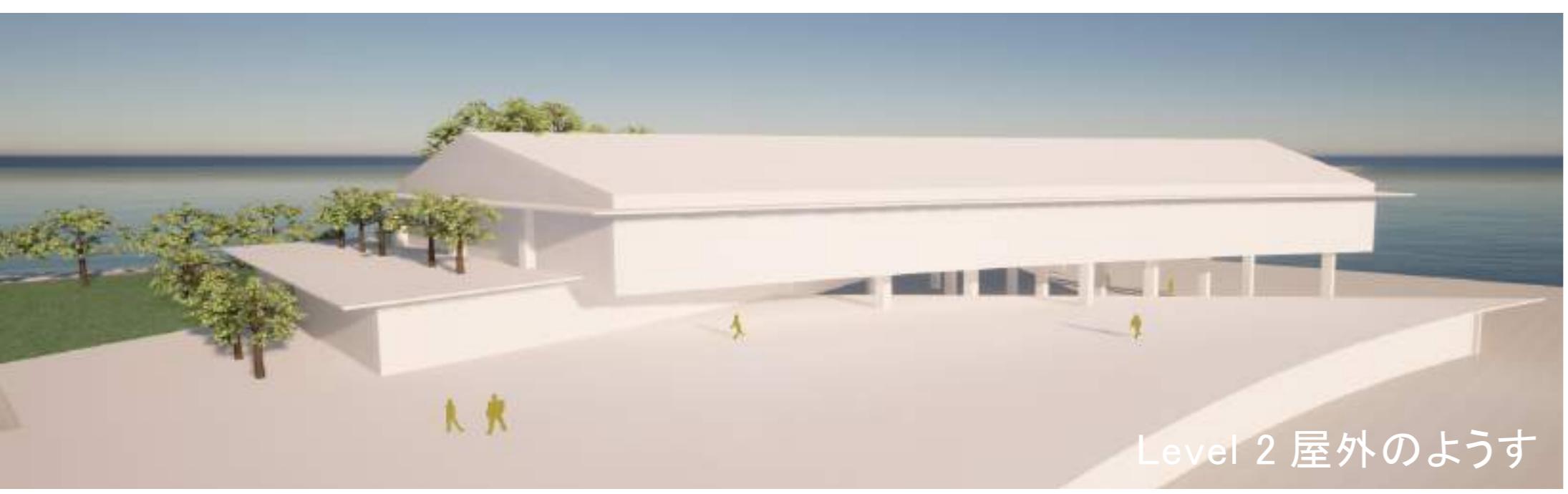
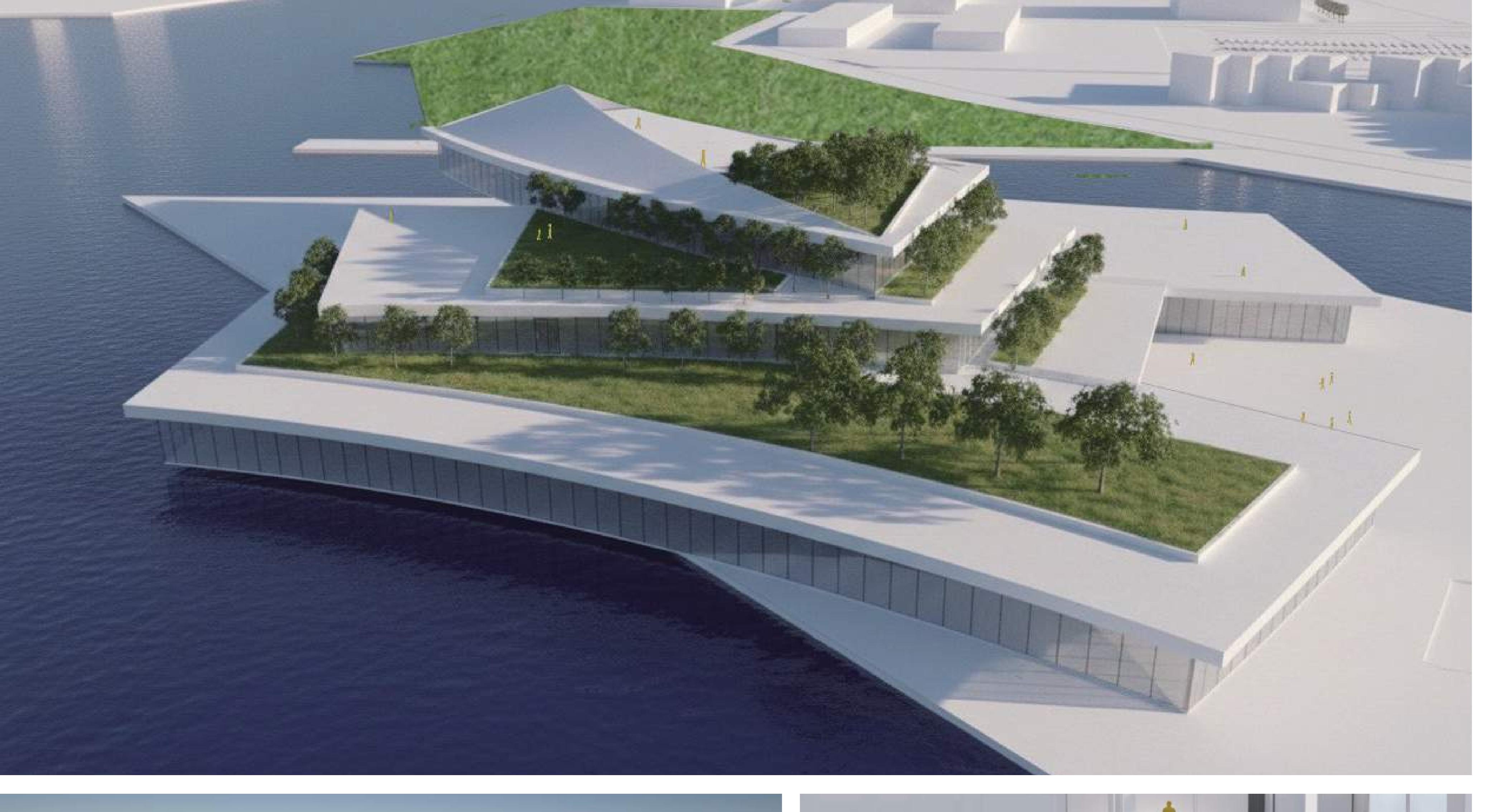
設計コンセプト



敷地全体図：那覇港湾施設

作成したボキャブラリーリストを基に、建築形態の操作（止める・弱める・ばらす・通す・利用する）を敷地全体に展開。風を制御し、都市の人、緑の安全性を両立する配置計画である。





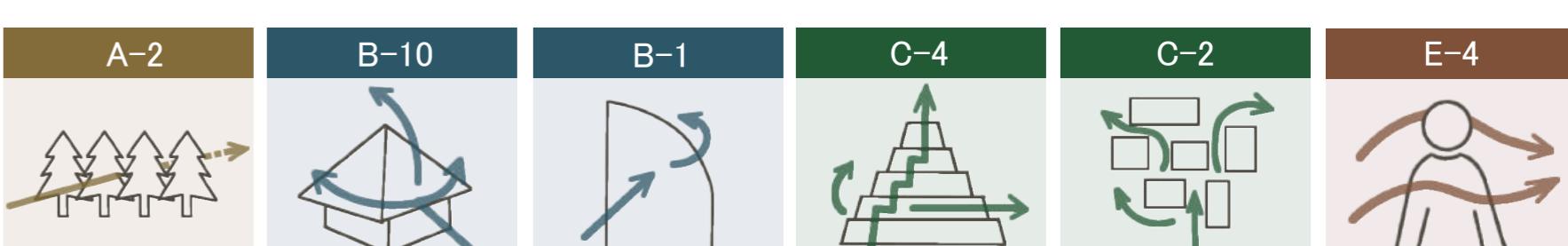
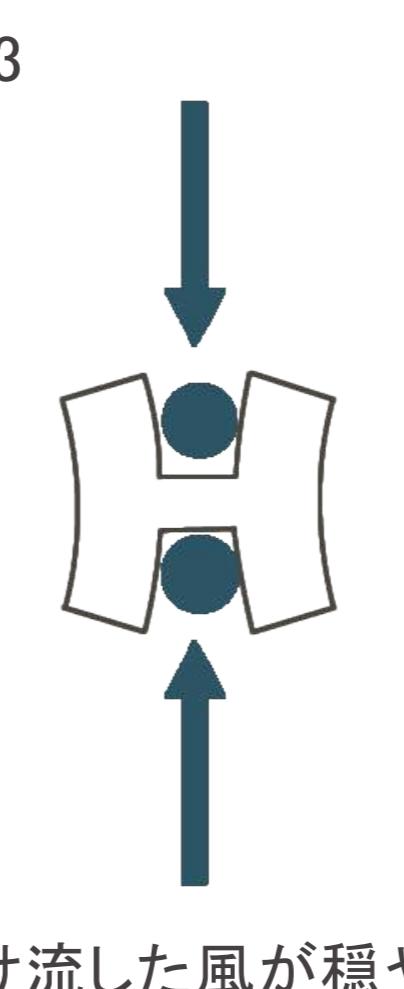
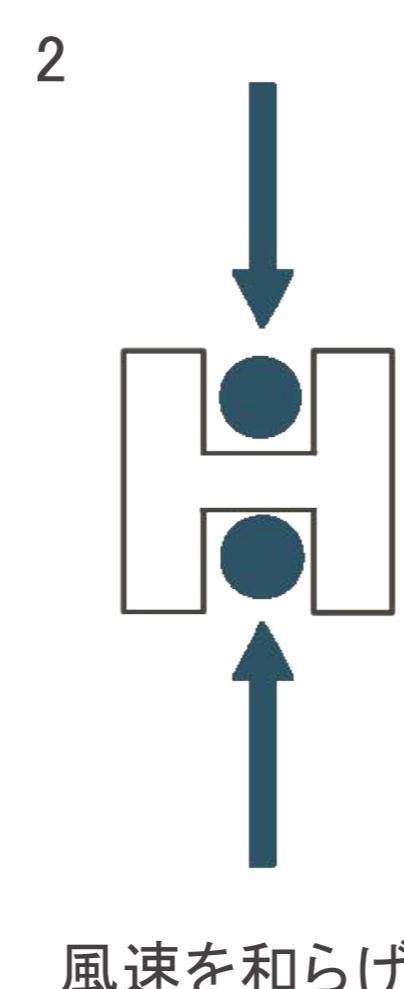
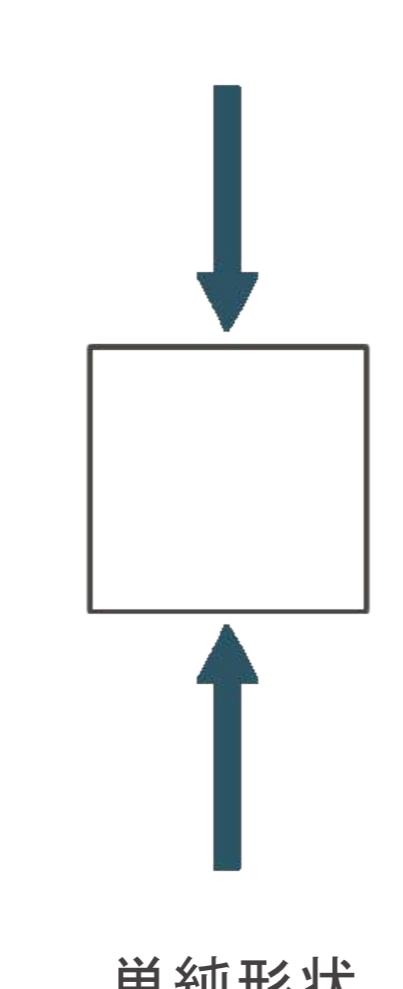
設計 1 国際会議場

国際会議場は、多様な人々が集い、国際的な会議や交流が行われる場所である。港湾部、都市の玄関口に位置づけることで、地域と世界をつなぐ拠点となることを意図している。大ホールを上の階に持ち上げることで、安定した音響を確保している。また、上下階にホワイエを配置することで来場者の動線が明確になり、大規模なイベント時にも円滑な利用が可能となる。

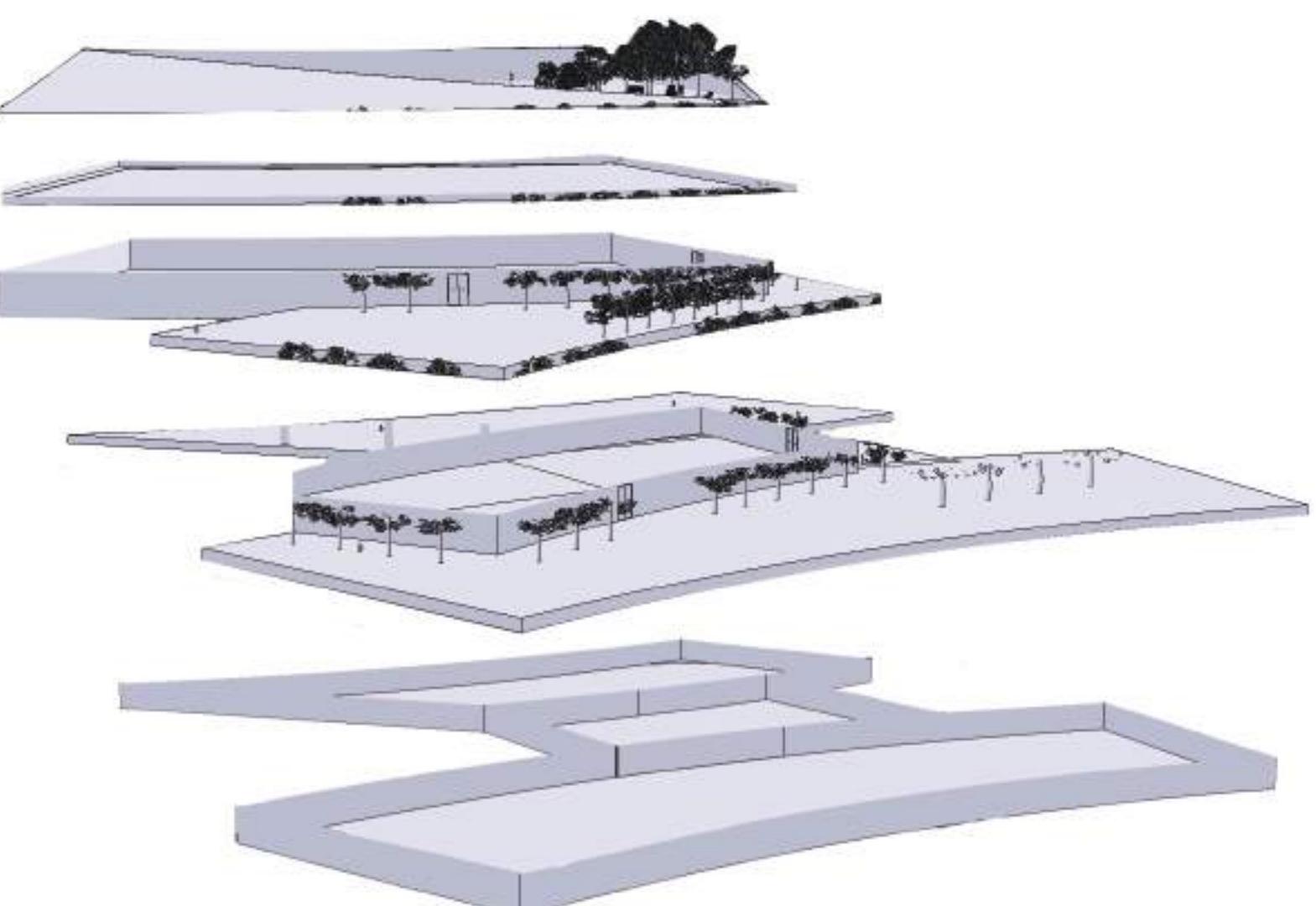
形態について

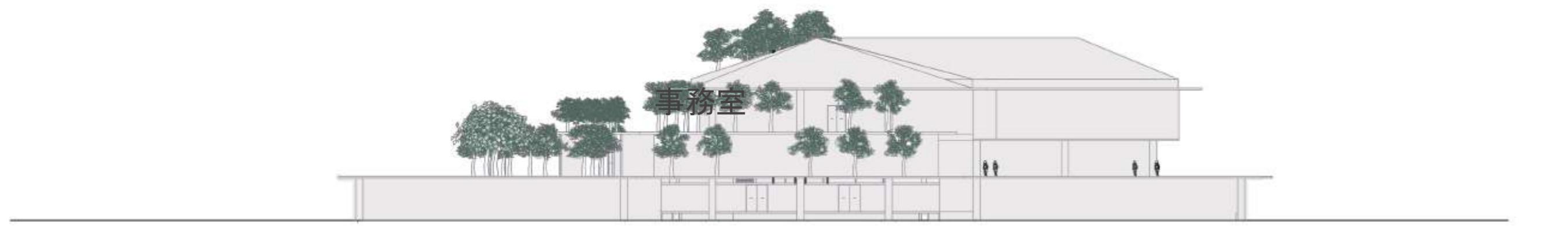
沿岸部特有の強風環境を遮断するのではなく、受け止め、拡散し、弱めることによって、人が快適に滞在できる環境をつくる建築である。建物は単一のボリュームではなく、高さの異なる床と屋根を重ねた段丘状の構成とする。風が一気に地表へ吹き下ろされることを防いでいる。

風を和らげる形態操作



垂直方向の構成

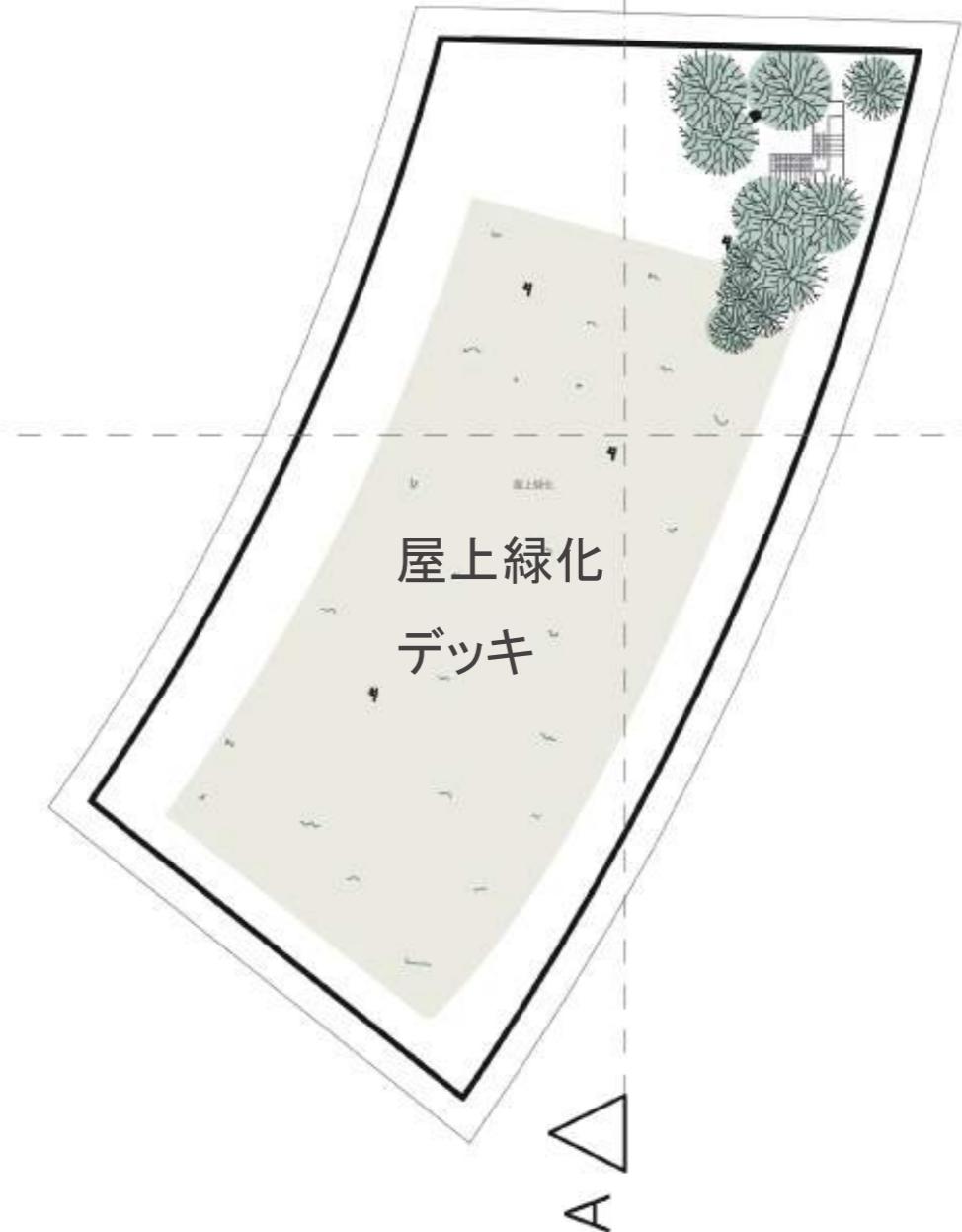




Southwest Elevation 1:500



B
△



△
B

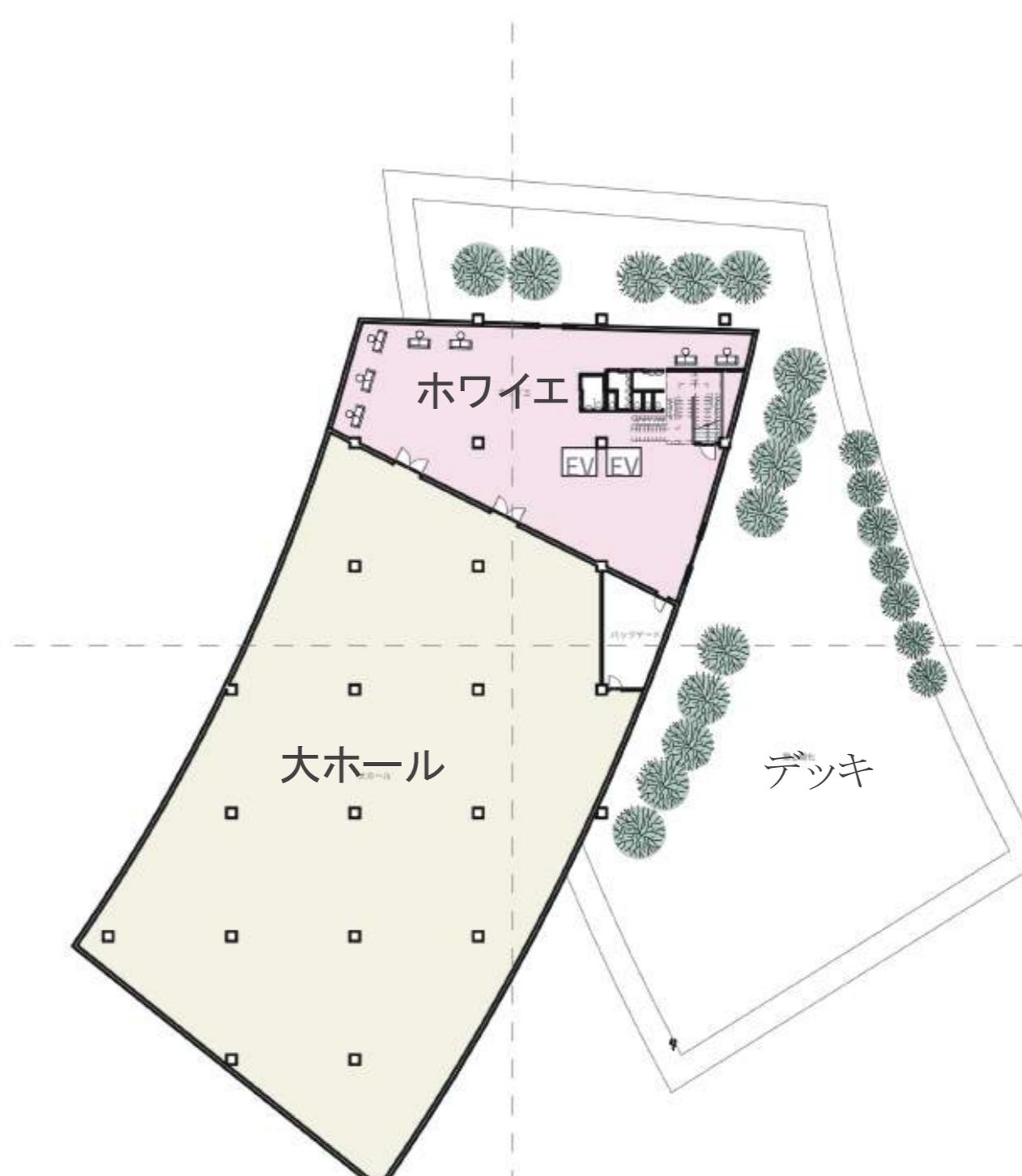
Level 4 plan 1:500



Southeast Elevation 1:500

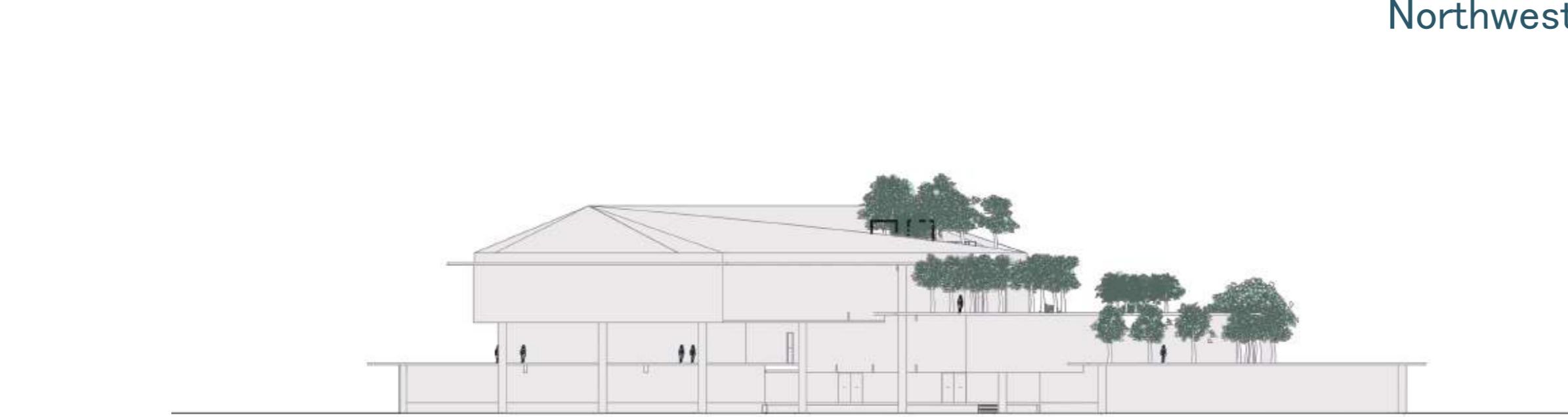


B
△



△
B

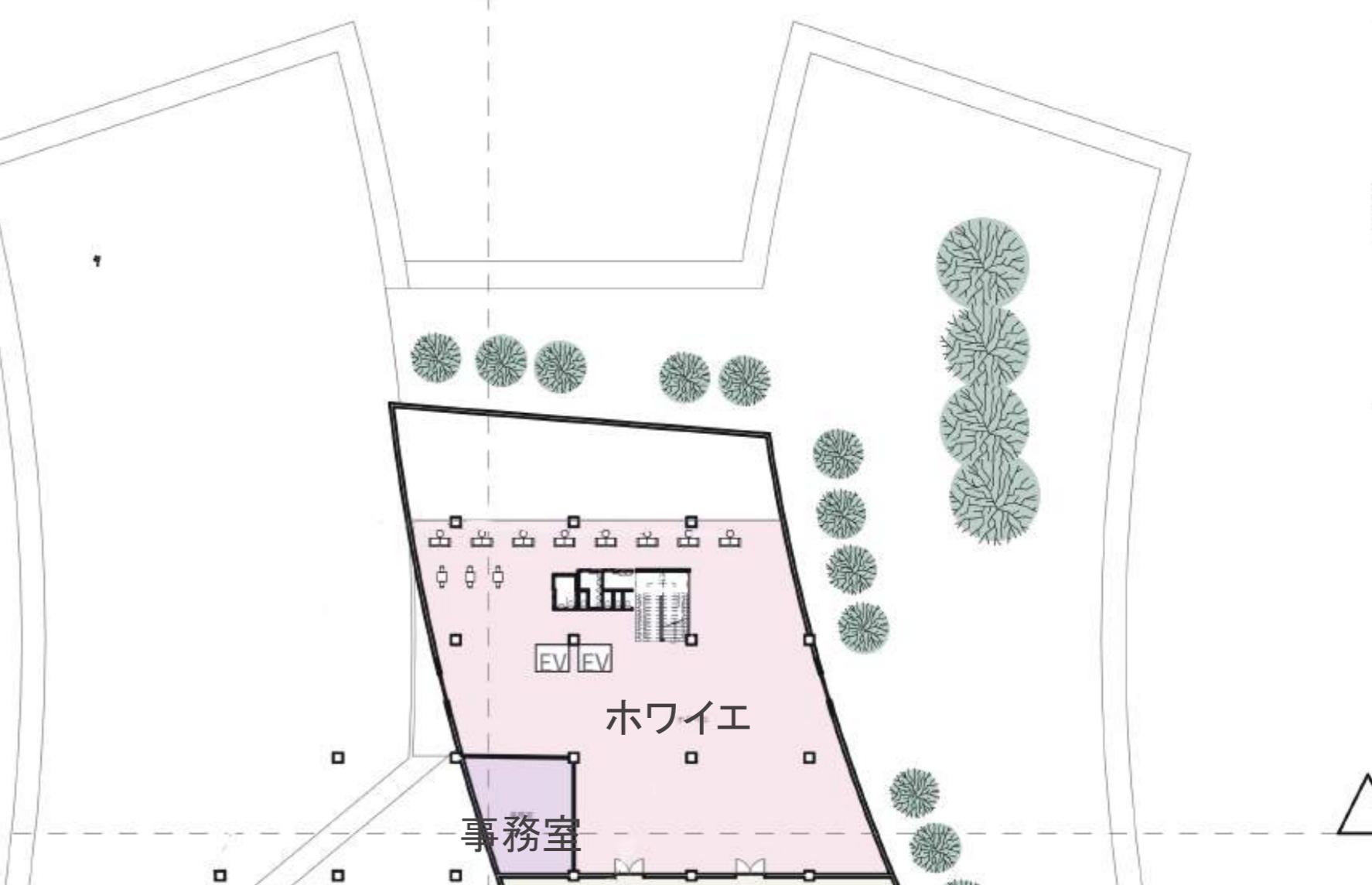
Level 3 plan 1:500



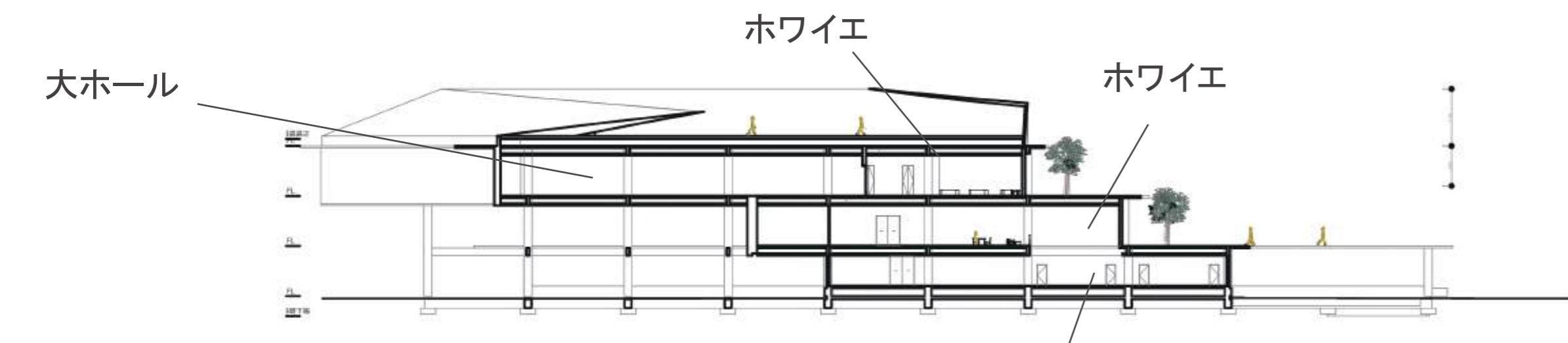
Northwest Elevation 1:500



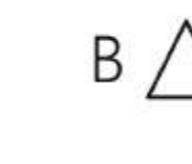
A
△



△
B

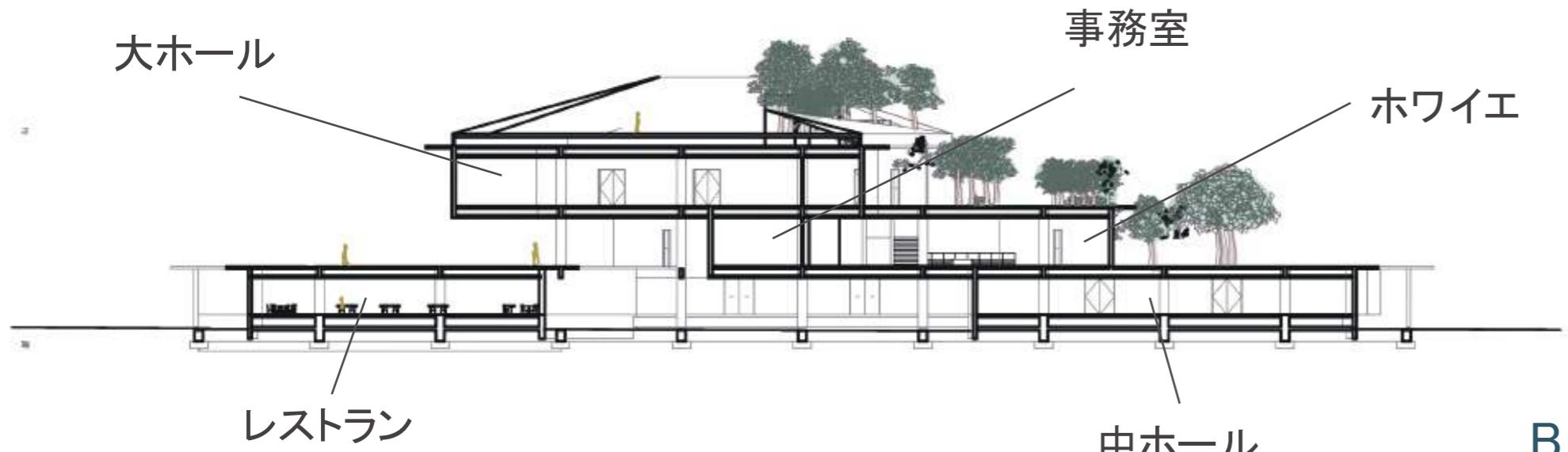


Northeast Elevation 1:500



B
△

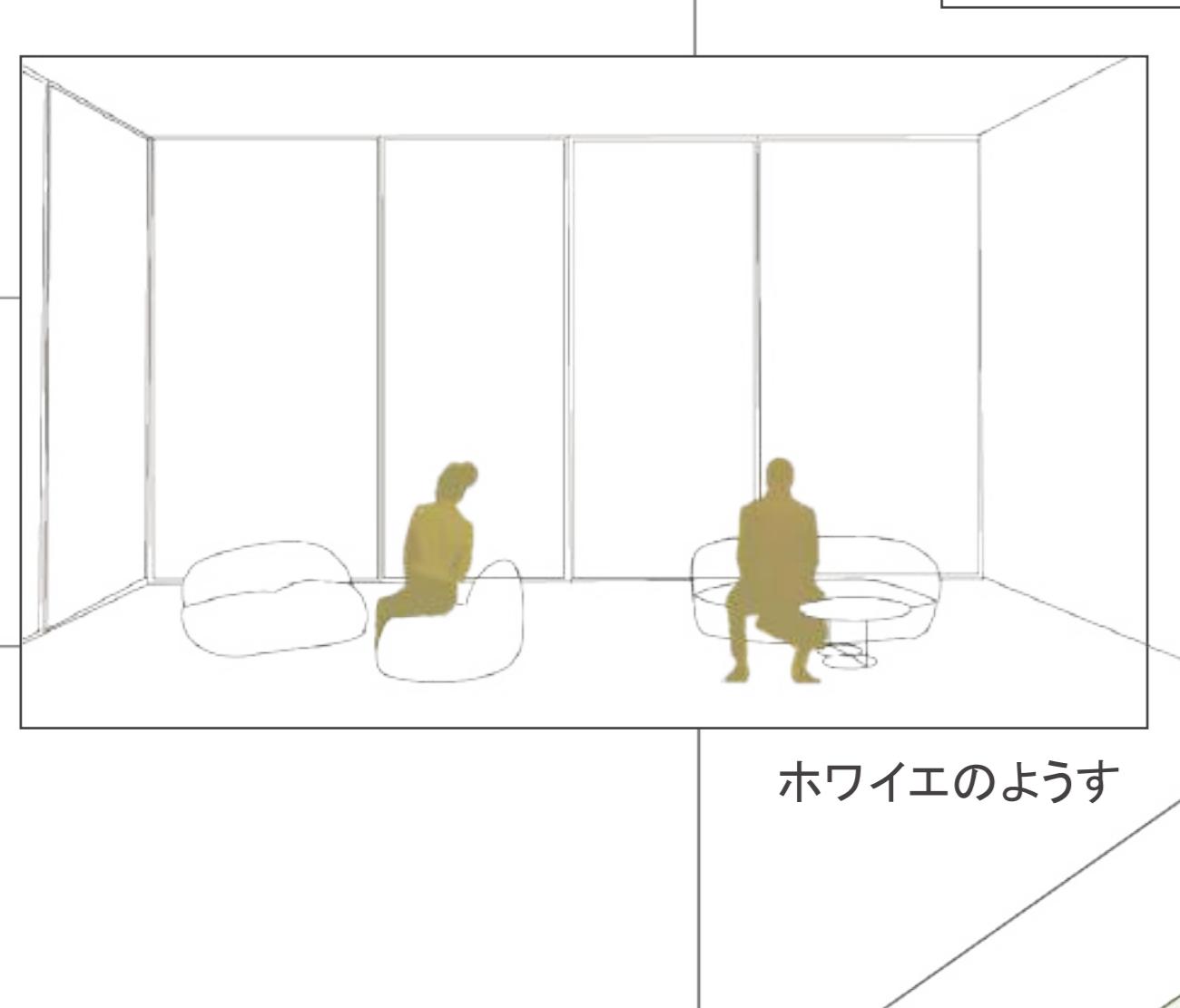
A Cross-Section 1:500



エントランスは外部の開放的な
連続する明るい大空間となっている。
展示スペースやレストラン、
お土産コーナーは一般客も自由に
利用できる開かれた交流拠点



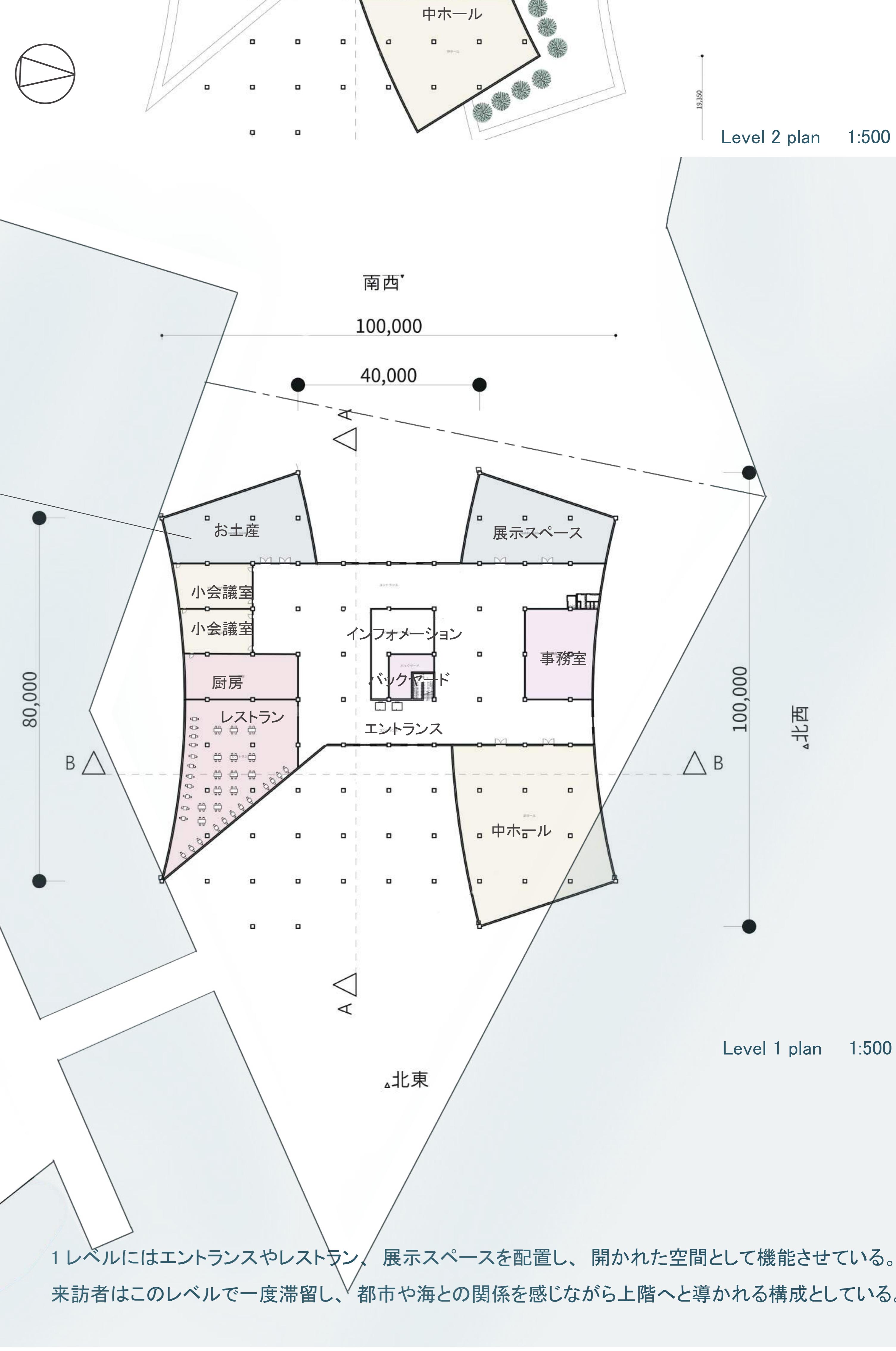
お土産コーナーのようす



ホワイエのようす

B Cross-Section 1:500

n 1:500





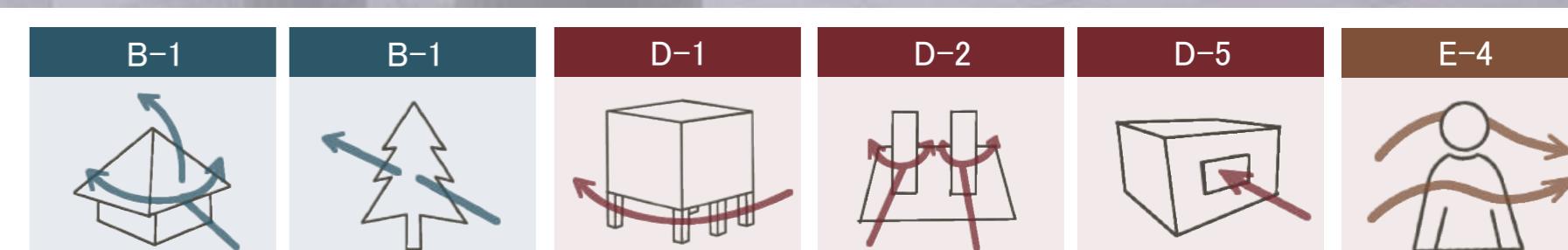
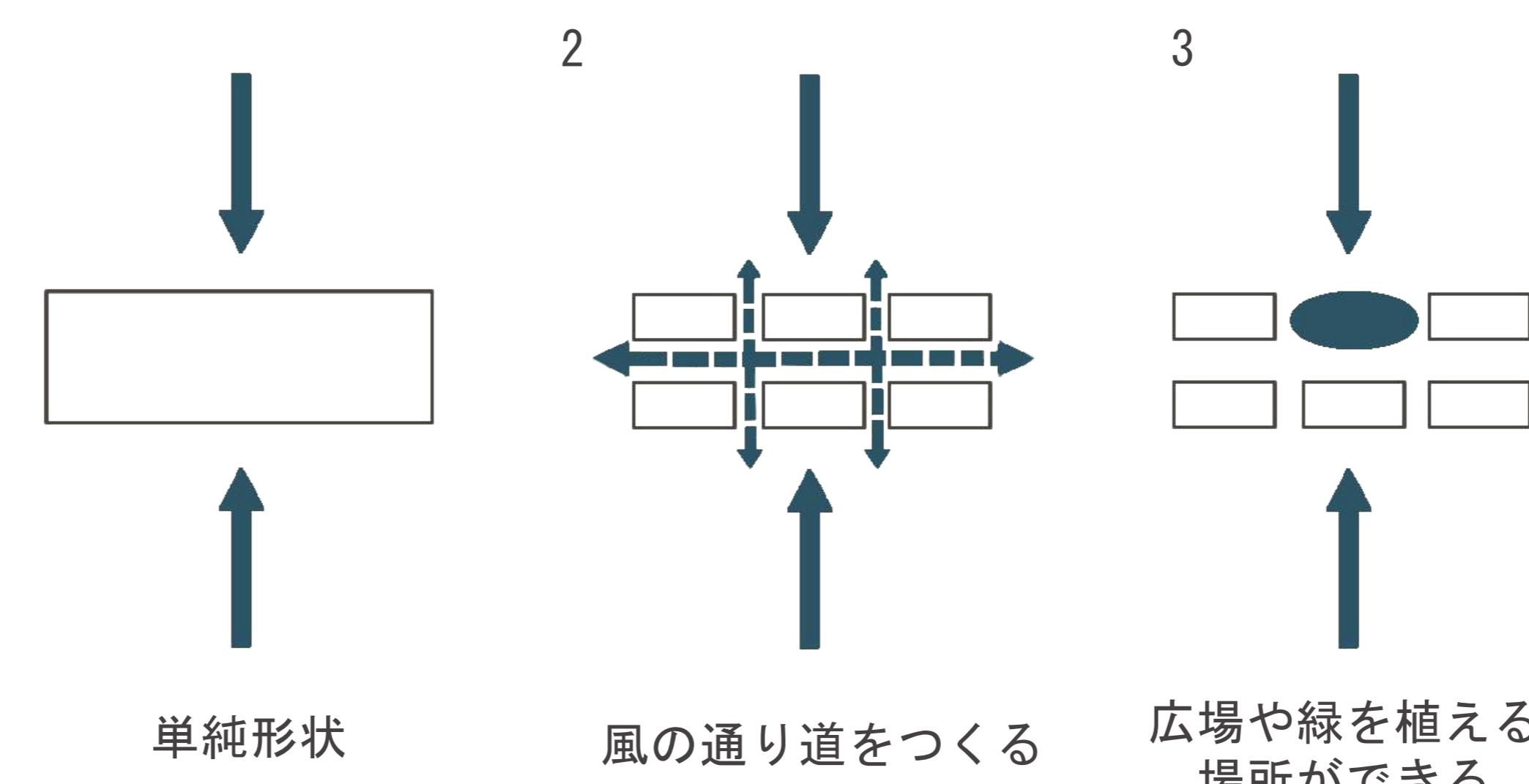
設計2 交易施設

交易施設は、港湾部において物資の流通と人の活動が同時に成立する。単なる倉庫や市場ではなく、物流・取引・滞在といった複数の行為が重なり合う建築であることを重視して、その関係性を表現している。

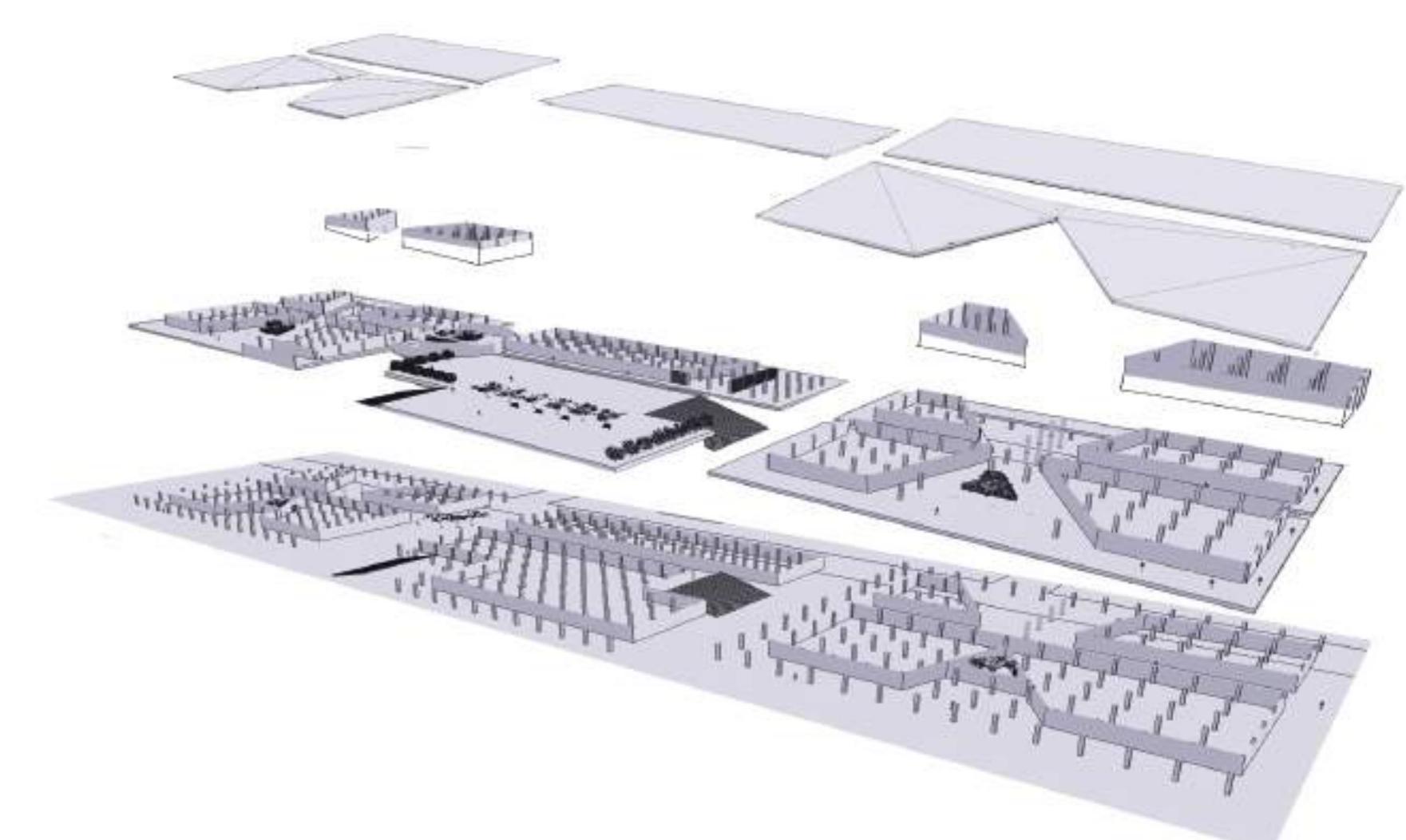
各レベルの機能について

低層部には荷捌きや倉庫などの物流機能を配置し、物資が効率的に搬入される構成としている。物産展やラウンジを設け、バイヤーや事業者が集まり、商談や情報交換を行う場として機能する。さらに上層や外周部には、半屋外の回廊や緑化空間を配置し、取引の合間に人が移動・滞在できる余白をつくり出している。

風をゆるやかに流す形態操作



垂直方向の構成

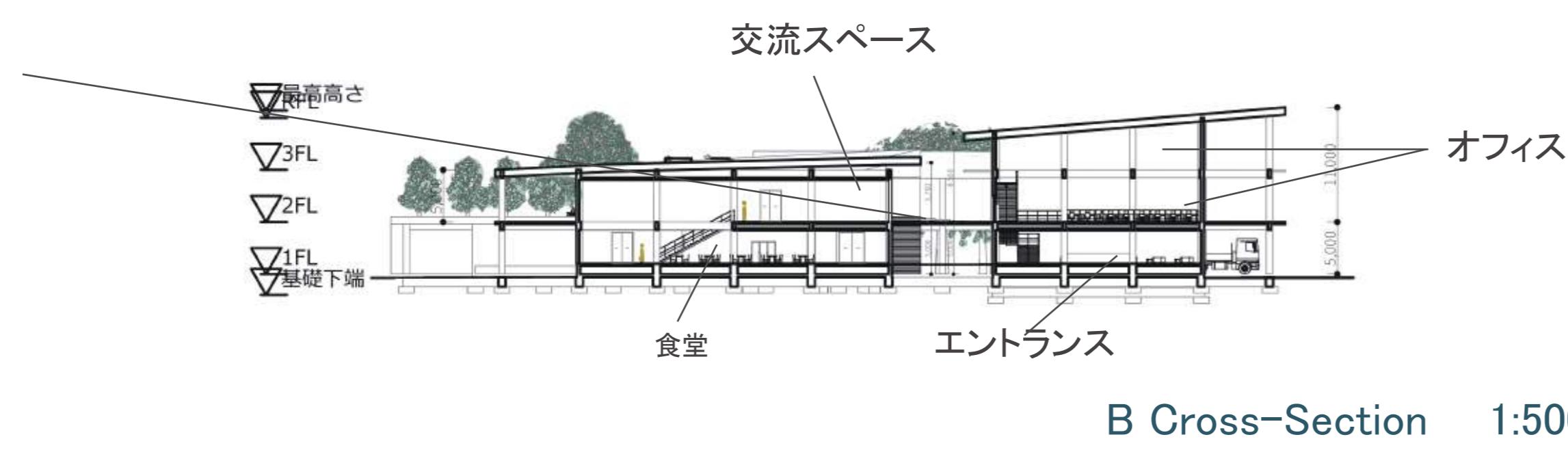




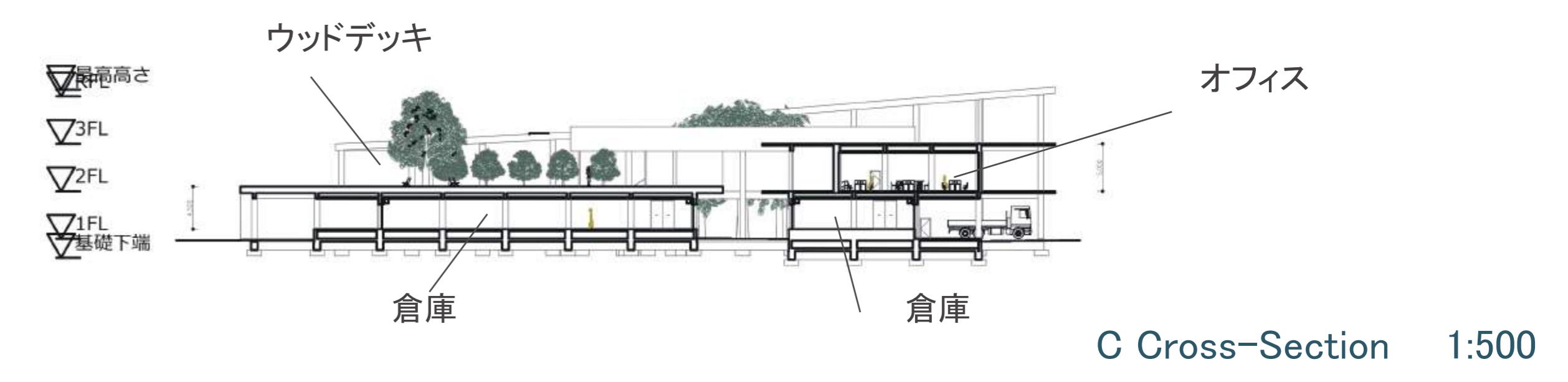
Southwest Elevation 1:500



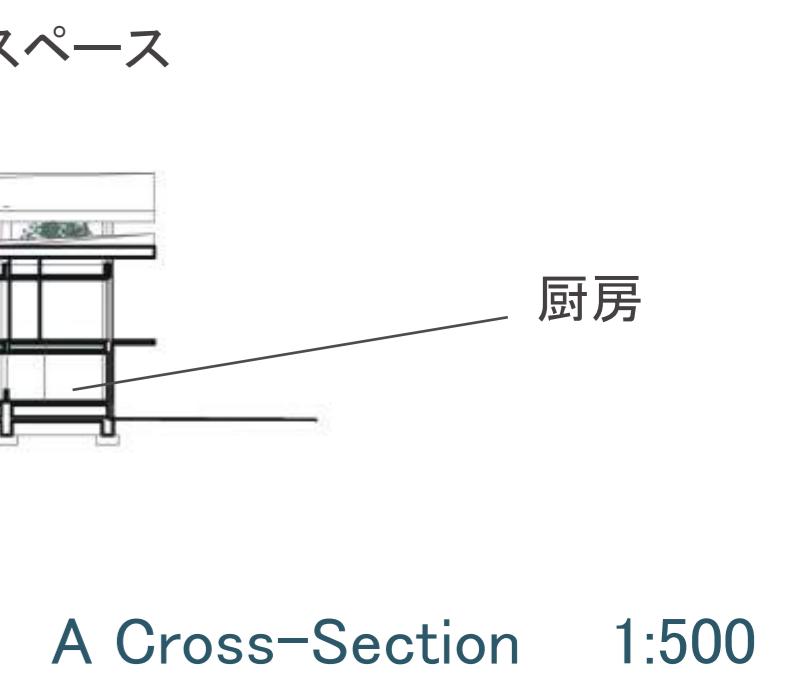
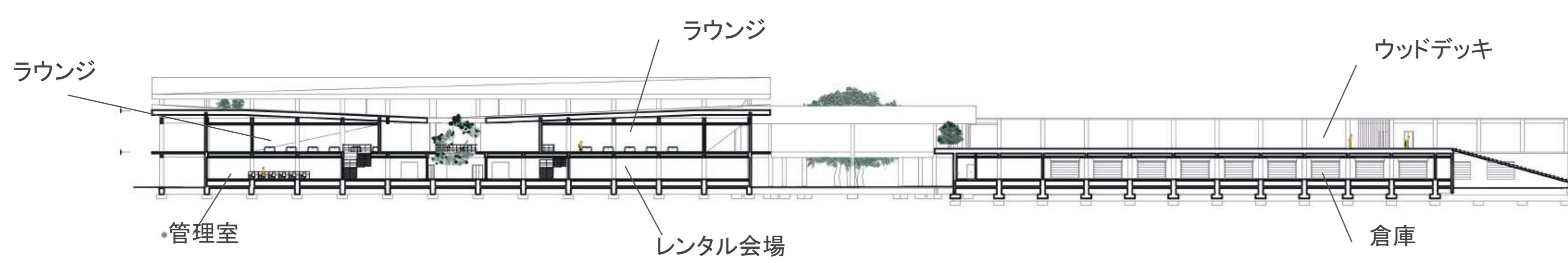
Northeast Elevation 1:500



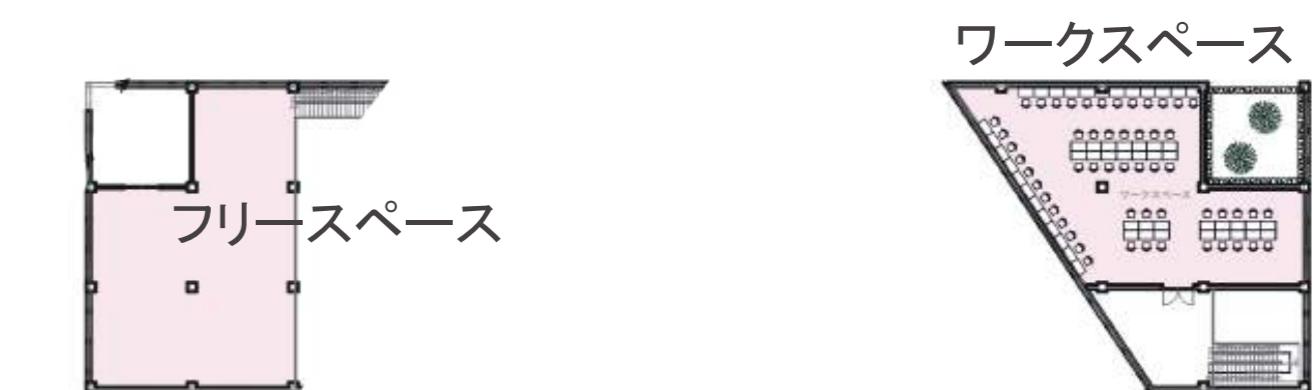
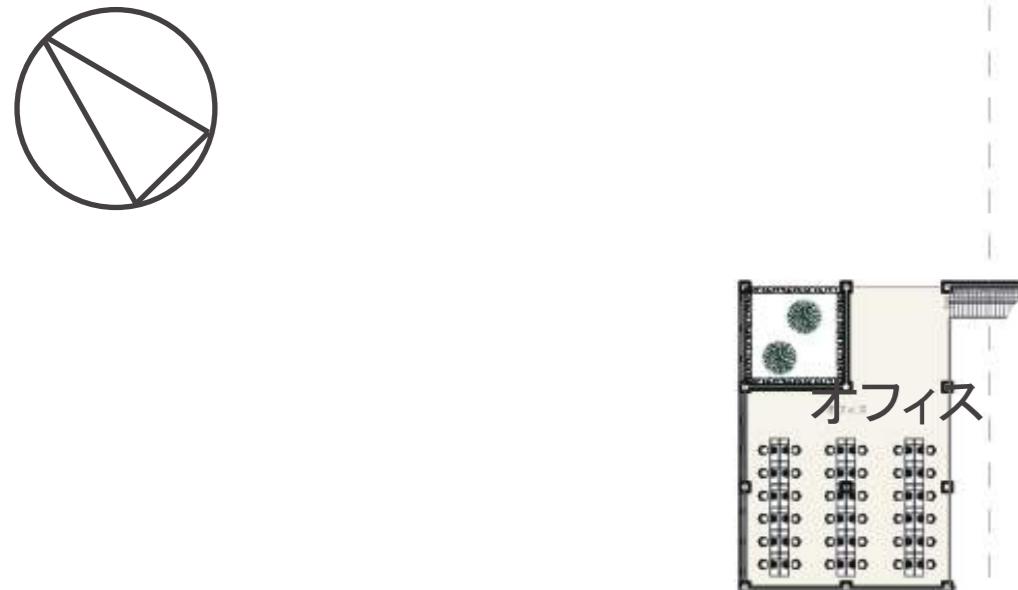
B Cross-Section 1:500



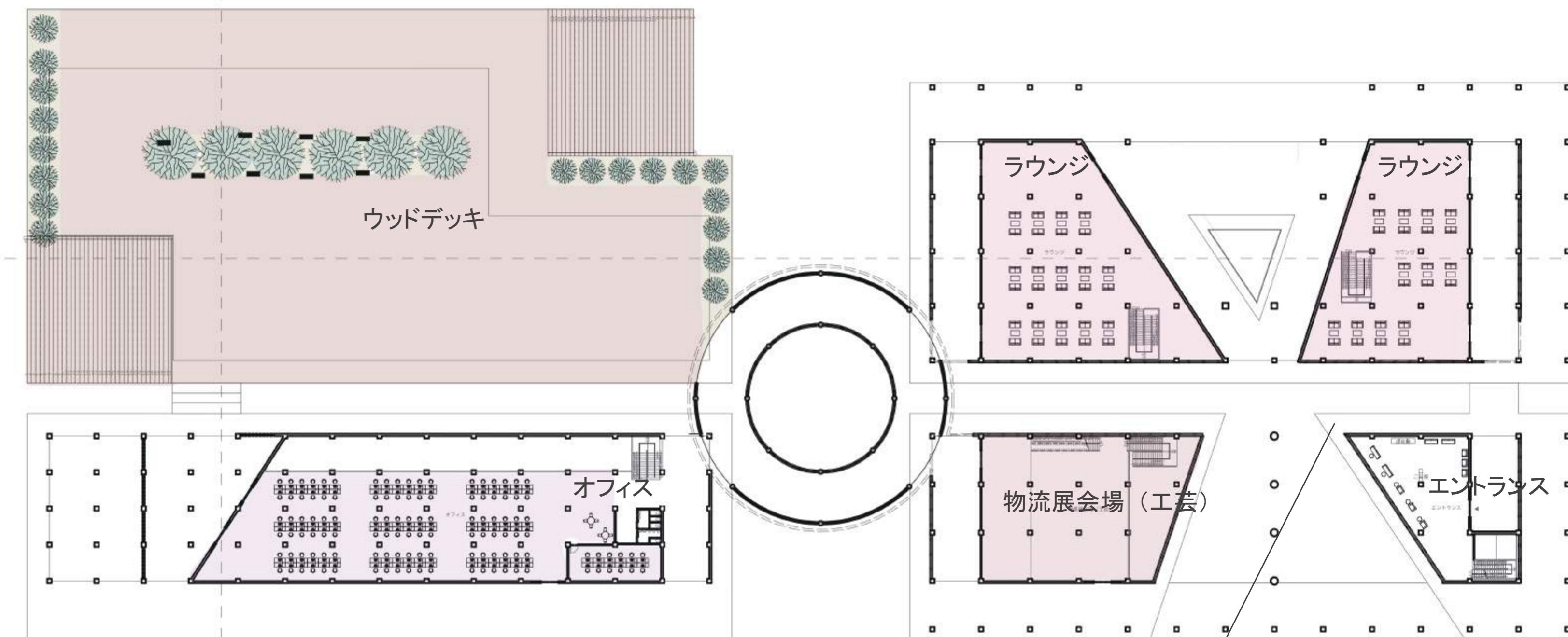
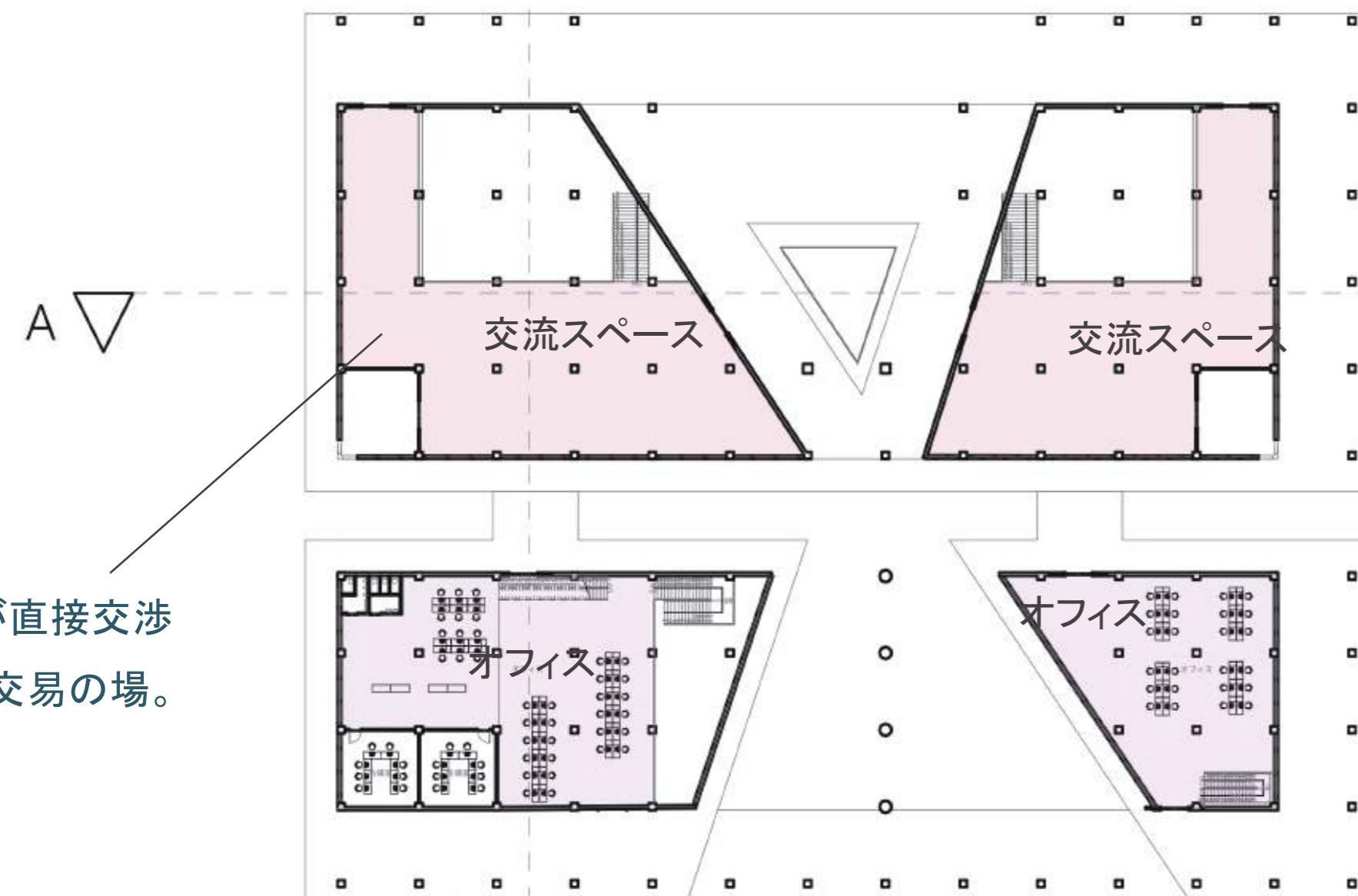
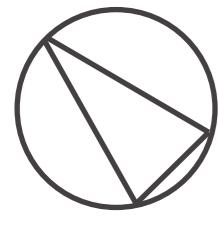
C Cross-Section 1:500



A Cross-Section 1:500



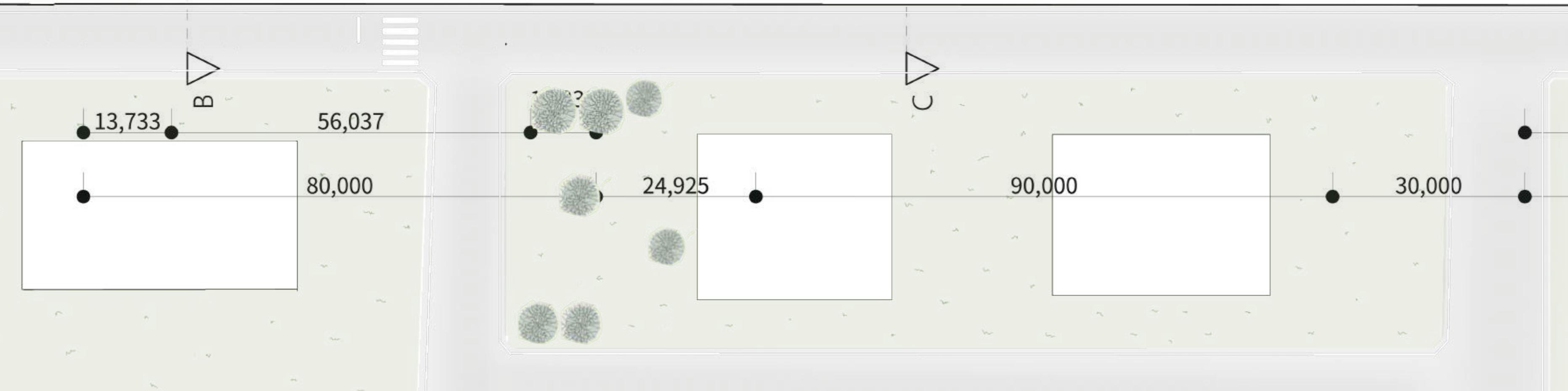
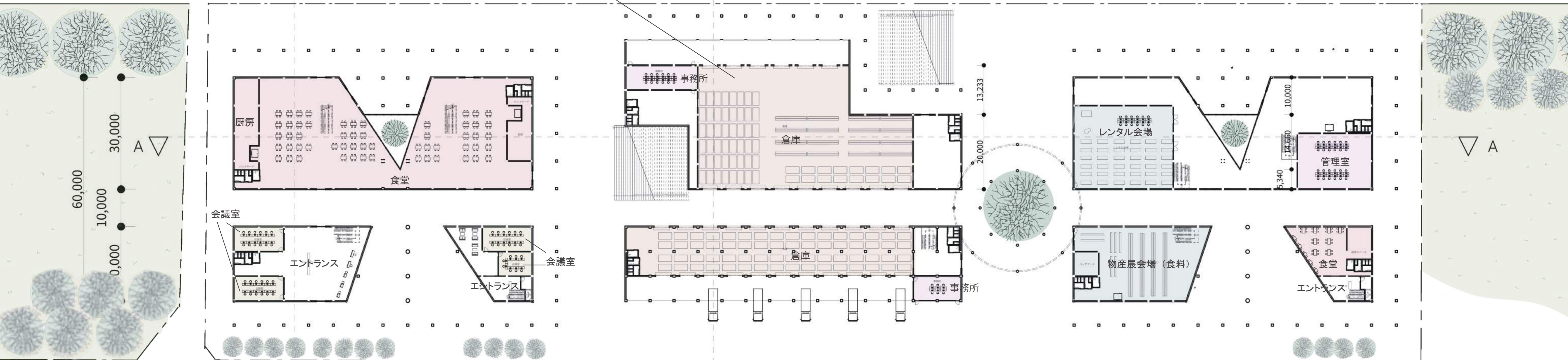
Level 3 plan 1:500



Level 2 plan 1:500

空港・港湾との至近さを活かした効率的な物流動線。
荷捌きスペースを風の流れを阻害しない位置に集約。

分節されたボリュームの間に「風の路」を設けることで、
強風を減速させつつ暑熱を解消し、市民や
観光客が心地よく買い物を楽しめる半屋外空間をつくる。



Level 1 plan 1:500