

## サステナビリティが導く新しい建築の美学

気候変動への対応が急務となっている現在、建築設計においては、環境シミュレーションや環境システムといった新しい技術により、「高い環境性能を建築デザインに積極的に取り入れようとする動き」と「環境性能と建築デザインは別物という考え方」に分断されつつあると考えられる。前者の動きは、特殊な技術や数字を追い求めることで後者への共感が広がりきらず、結果として出てくる建築が特殊解になればなるほど、その分断が大きくなってきている。

また、もう一つの大きな流れである「エンボディドカーボン」という概念の出現は、より身近でより一般的な解決、手数の少ない手法こそが重要になる、という建築界へのメッセージになっていると考えられる。

こうした状況をふまえたとき、何が重要になるのか。今回のセミナーでは、外部（自然）とつながりながらつくる建築環境について考え、シミュレーション技術を駆使した設計を通じて、循環型の“開放系モデル”の可能性と未来の環境建築デザインを手がけている株式会社 SUEP 共同主宰末光弘和氏から、「サステナビリティが導く新しい建築の美学」をテーマにご講演いただいた。この報告レポートはその内容に基づいている。

開催日時：令和7年1月24日 参加者：42名



撮影：Masatomo MORIYAMA

末光 弘和 氏

株式会社 SUEP 共同主宰  
九州大学大学院  
人間環境学研究院 准教授

### ■ SUEP. の活動

#### □スタンディングポイント

地球温暖化は深刻な状況であり、私が独立した2007年の頃と比べると社会全体でこういったものを考える風潮にある。建築分野を見たときにも、今は様々な行政の規制、例えば東京都だと太陽光パネルを載せるなど規制が施行されている。こういった数字とか仕様をめぐるものは進んできているが、一方でそもそもどんな生活をすべきかが議論されていない様に思う。建築家はいろいろな人の生活や文化に近い立場で思想を思考してきた職能だと思うが、今改めてこういった時代に何を考えるべきかをいつも考えている。

ケッペンの気候区分という、植生を基にした気候帯の分布図がある。日本は南北に長く、北半分が水色、南半分がグリーンで、寒冷地と温暖地が半分ずつ。寒冷地はロシアや北部中

国に近く、温暖地は南中国、ベトナム、台湾に近い。大きく二つの区分に分かれているのが特徴である。50年後に予想されている日本の気候の区分状況では温暖化が進み、北海道以外はグリーンになっている。自分が週の半分いる福岡は今のベトナムやハノイと同じになるようである。

世界の人口比率に応じて世界地図を歪めた図では、世界の人口の50%はアジアに集中し、経済成長をつづけ、CO<sub>2</sub>排出量も増え続けている。彼らが地球環境の鍵を握っている。我々建築を勉強してきた者はヨーロッパを起源として建築の美学や作り方を学んできたが、実はヨーロッパは人口比率として低い。同じロジックはアジアで通用しないのではないかと思っている。

#### □時代の流れ

時代の流れを俯瞰して見てみると建築デザインも時代ごと

に変わってきている。開口率で考えると、古典建築は構造体と窓が一体であったため窓が小さかった。近代建築、モダニズム運動の中で構造体とガラスを切り離し、大きな開口部を実現した。この開口部は人間の欲や快適性、商業主義と相性がよく広がっていった。

環境を考える場合、窓を自由に大きく開けることは難しくなる。屋根についても日本の古典建築は勾配屋根であり、モダニズムは抽象的な幾何学を基本にしており、いくらでもどこでも自由に増やせる様にフラットルーフが生まれ、それに伴う美学、抽象化された空間性を教えられてきた。その先にある環境共生の時代になると、太陽に向き合う30度という角度が生まれ、新しい別の幾何学があるかもしれない。

マテリアルの話をすると、人間は石や木や土で建築を作っていたが、モダニズム以降スケール化できる材料として鉄やコンクリート、ガラスという工業製品を開発し、大きな床、大きなビルを作ることができるようになったが、地球の裏側から資源を運ぶ様な大きなエネルギーを使うこととなった。

自分が独立して20年弱になるが、ずっと環境について考えてきた。最初は先進的な技術を使ってデザインを作ることがよいとも考えた。一方で、みんなが共有できる、こうなったら良いというデザイン、価値観、美学が必要なのではないかと考えている。

### ■サステナビリティが導く新しい事業の 美学のための5つのテーマ

#### 1. 自然のロジックに従う形

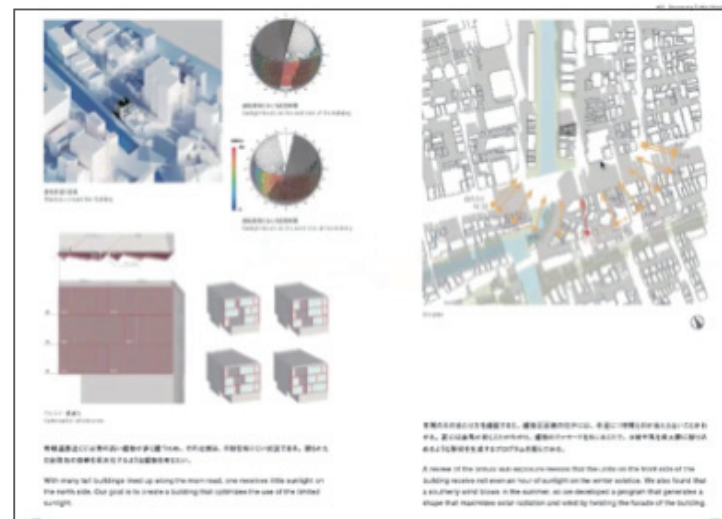
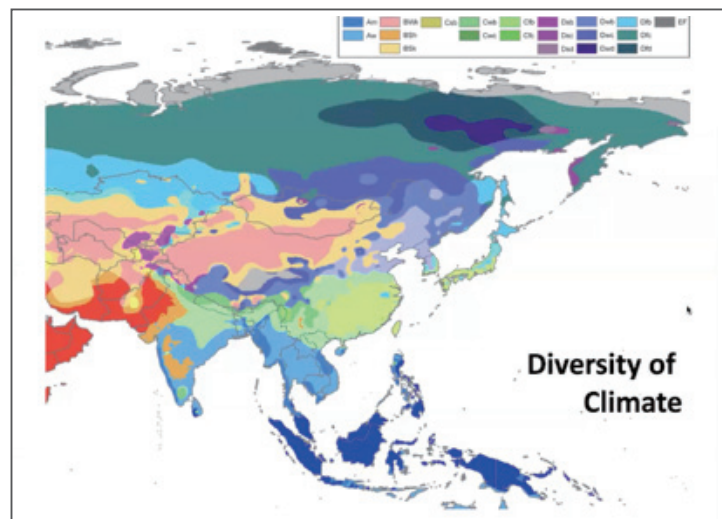
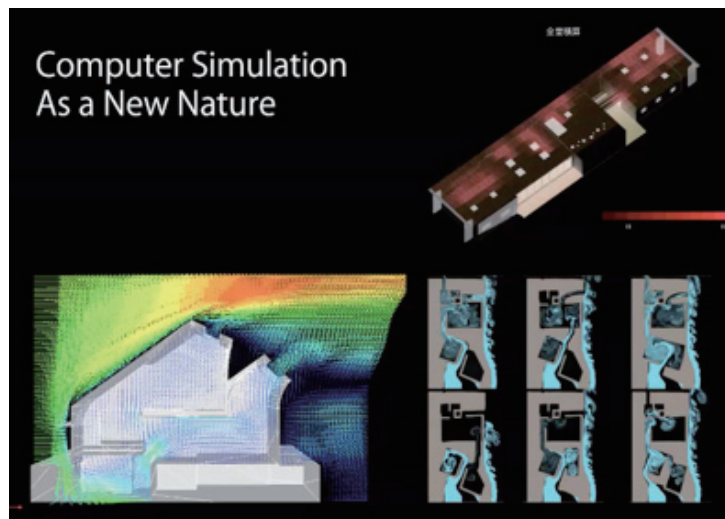
近代建築は機能に従って建築が作られてきたが、環境共生の時代は自然のロジックに寄っていくのだと思っている。SUEP. ではデザインするチームと研究するチーム（SUEP. Lab.）に分かれ、いろいろな研究をデザインに生かしている。SUEP.Lab. では主に自然環境とそれが生み出す形態生成や形のロジックについて研究しており、一部の研究成果を発表している。具体的には、環境シミュレーションのツールが15年くらい前からフリーで出回るようになってきたので、コンピューター上で自然の一部を再現する形で研究している。

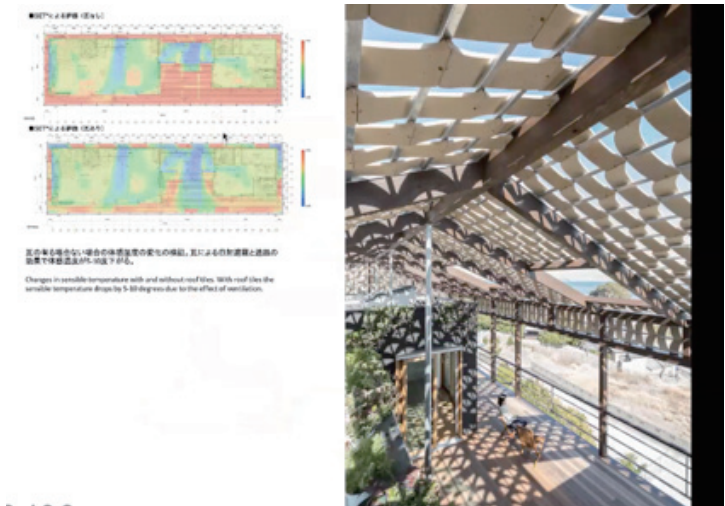
我々はラボの中でプロトタイピングを行っている。抽象化されたモデルの中での形態最適化である。例えば煙突を立てるとベンチレーションの効果で空気が上昇するが、煙突の形や向きによる変化、最大化するかを研究している。樹木の周りにおけるエネルギーポテンシャルの可視化についても研究している。実際のプロジェクトの中で出てきた課題である。樹木の周りの年間を通して涼しい場所、日が当たらない場所などを、どうやって視覚化できるかをツール化し、設計に生かした。窓に対する庇は重要で、庇を自動生成するプログラミングを組み、ある窓に対して年間の太陽の軌跡を計算し、窓の形と太陽の軌跡から最適な庇がどうなるかを検討している。季節ごとに形が変わったり、庇の長さ、窓の向きなど、様々な状況を検討できる様にしている。この様な検討は筋トレみたいなもので、設計活動は非常に短い期間で行うため、アイデアをポケットにいられておくという意味合いで行っている。

#### □淡路島の住宅



淡路島の北東にある戸建て住宅で、淡路島は南北に伸びているので東西方向に眺望が良い。東海岸沿いに面した住宅で、施主の要望は海が好きなので海風を感じられる家、ゼロエネルギーハウスにすること、地場の素材を使って欲しい、という3つ。我々の設計プロセスと重ねながら話をするが、建築で地球上の点を考え、常に全体との関係で思考している。いつも大切にしているのは太陽との関係で、太陽と地軸の傾いた地球とのエネルギーのやり取りである。その中で太陽は同じ時間帯の同じ12か月を追うと8の字を描く。8の字をトレースして建築と関係づけていくことが大事だったりする。淡路島全体の模型を作って、いろいろなリサーチを貼り付けている。北東の角が敷地で、気候は場所ごとで異なる。繊細に変わっていくので、地形と気候の関係を模型で炙り出している。向こうに淡路海峡大橋があり、海から50mくらい高台にある住宅である。我々は最初に敷地から得られる資源を探している。海は陸上より4度くらい低く、空冷エネルギーの貯蔵庫と言える。何を介して敷地に運ぶかという風である。風の1か月ごとの風向を検討し、シミュレーションツールを用いて検証している。太陽との関係も軌跡模型を用いて確認している。太陽の年間軌跡のうち、夏至、冬至、春分・





秋分を記載し、自分の目線を軌跡に持っていき窓と太陽の関係をチェックしている。いろいろ検討する中で、断面的にみるとボックス状のシングルスキンの上に家形のダブルスキンを被せた形状を考えた。二階の眺望が良く主階になるので、そこに対してテラスや屋上を介して中間領域ができる様に作った。出来上がったのは中間領域を持つ住宅で、普通の黒い外壁と、もう一つ瓦を用いたスキン(外皮)がある。住宅の縁側の様なイメージである。シンガポールでは桟木で瓦を留めた透かし瓦を見たことがあり、光や風が漏れて気持ち良かったので、それをイメージしている。淡路島は土が有名で、淡路瓦という日本三大瓦の一つがある。その資源を使いながら建築を作ろうと決まった。瓦の形状スタディとして、地球の中の敷地のポイントと太陽の関係をあぶり出し、日射を遮蔽したい時間帯、午前中の太陽の形を探り、瓦の形状にしている。見る角度により瓦の透け方が変わり、夏場は80%以上日射遮蔽、冬は50%以上の日射を入れる形態になっている。パッシブの要素だけではゼロエネルギーを実現できないため、地中熱を冷暖房エネルギーに利用したり、海側のプールを集熱装置にして冬の午前中の日射で温度が上がることを活かしてお湯を作るといった仕組みでゼロエネルギーを達成している。その後改めて、上側の瓦が無い状況と有る状況でシミュレーションを行い、瓦により10～15度気温が下がることがわかった。

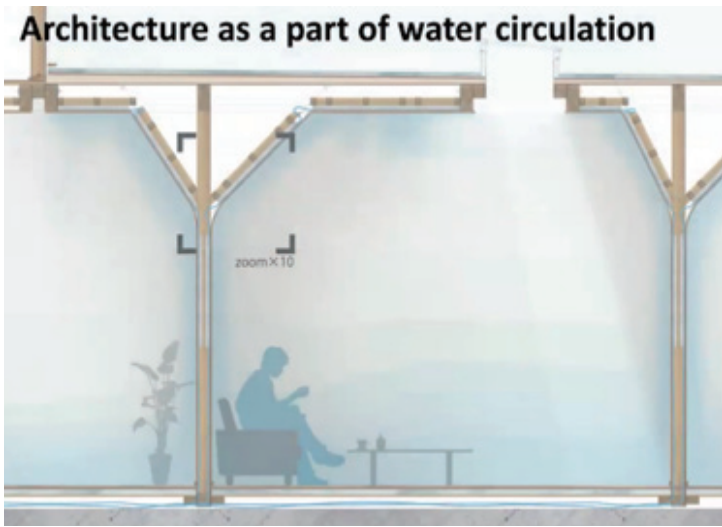
## 2. 循環の一部となる建築

SUEP.では地球環境を解放系の循環システムと捉えている。解放系というのは熱力学の分野で使われる言葉で、境界を超えて外部とやりとりが行われる系を指す。地球環境問題は独立した系で考えると、住宅やまちはそれぞれ閉じれば良いが、生命体は外と中のやり取りで成り立つため、オープンシステムの中でどうやって建築を快適にするかが大切である。環境工学の先生方は計算が楽なので閉鎖系で計算したが、しかし、多様なエレメントが往来する中でどう考えるかが重要である。建築は自然を排除するものとして捉えがちだが、窓を開けて光や風を取り入れて、どうバランスをとるかが大事である。地形があり、エネルギーがあり、ムラが生まれ、循環

がおき、それを建築に取り入れる。自然の一部として建築を考えるようになった。

### □ kokage

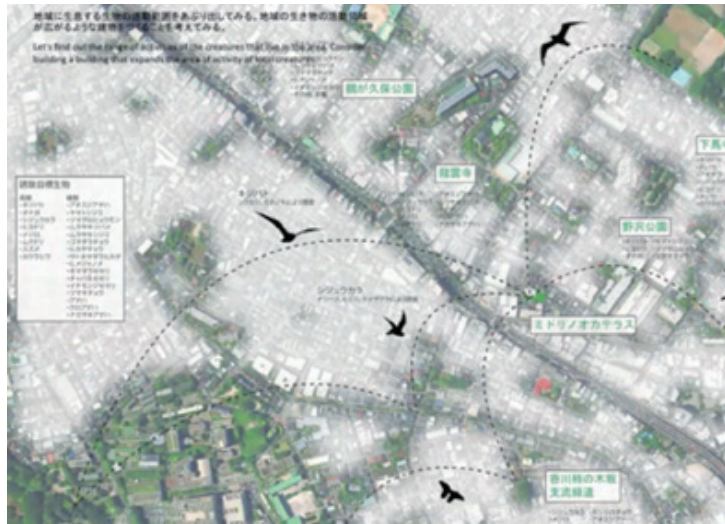
初期に作った kokage という住宅が千葉県我孫子市にある。井戸水が豊富なエリアであるため、井戸水を使った快適な環境を目指した。木造二階建ての建物で、1階部分に木の様な形をした木造の構造ユニットをつくり、井戸水を循環させ、輻射冷房を兼ねたものを作った。ここは手賀沼という沼があり、住宅はその近くの高台にある。縄文時代から人が住んでいたといわれ水が豊かな土地である。地下水脈と接続することで自然環境と建築をつなぎ、構造体と仕上げの間に流すことで人間の血管の様に循環させる。自然エネルギーを輻射冷房として快適な空間にする。広域の自然と建築をつなぐことをイメージしている。



### □ミドリノオカテラス



世田谷に建てたコーポラティブハウスである。最近は建築の環境性能だけではなく、バイオダイバーシティ、生物多様性にも興味をもっている。生物多様性が危機に侵されているエリアをマッピングした図で東京全体をみると、生物の住みやすい場所は黄色で示されているが、都市部のほとんどは住



みにくい緑色となっている。唯一少し黄色いのは駒沢公園などの都市公園である。

敷地は環状7号線を挟んで駒沢公園に近いので、駒沢公園を中心とした生態系のネットワークの一部になれないかと思い計画した。全体としては10戸の住宅とし、段々状の丘の様な形状をした集合住宅、人にとっても生態系の鳥や虫にとっても快適な居場所になるように計画した。人のための住宅なので、まず月に一度ワークショップを行い、人の声に耳を傾けて進めた。次に生き物の声を聞くため、生態調査会社と一緒に調べ、いろいろな生き物がいることがわかったので、これを樹木とともにプロットする。鳥は母体の大きさで飛行距離が決まる。コゲラという鳥は300mくらいの飛行距離で、300mの範囲の中で自分の好む木があるとテリトリーを増やし、飛行距離を伸ばす。鳥たちが好む木や水場を増やすことで全体の生態系につながることを期待した。

計画地は旗竿の敷地である。夏期や冬期の日射環境をシミュレーションで調べていく中で、どれが一番日射環境が良いのかを百パターンほど検証し、上位6組を抽出した。その中にひな壇状のものが面白かった。この段々形状をベースにして作ろうということになった。実際には階段を全部外に出し、段々のところに外階段と樹木を植えた。屋上に大きなテラスを作ることで、住民の共有の場所になるという様なイメージにした。

## 3. バランスという美学

建築を作るときに、人と地球のバランスが非常に重要になってくると思っている。例えば、アリとアブラムシの共生関係について調べたが、アリはアブラムシの天敵を駆除し、アブラムシはアリに蜜を出してあげるという共生の関係にあるのが有名。ある調査で、凶暴なアリがいるグループと温厚なアリがいるグループとで実験をした。凶暴なアリがいたグループは、アリがアブラムシを食べ尽くしてしまい集団自体は持続しなかったらしいが、温厚なアリがいたグループはバランスよく長く共存したというようなことが書いてあった。サスナビリティというのは、要はバランスなのではないかと

思っている。動的平行の取れた状態がサステナブルになるポイントではないかと思っている。

### □ Office By-Yu,Taiwan

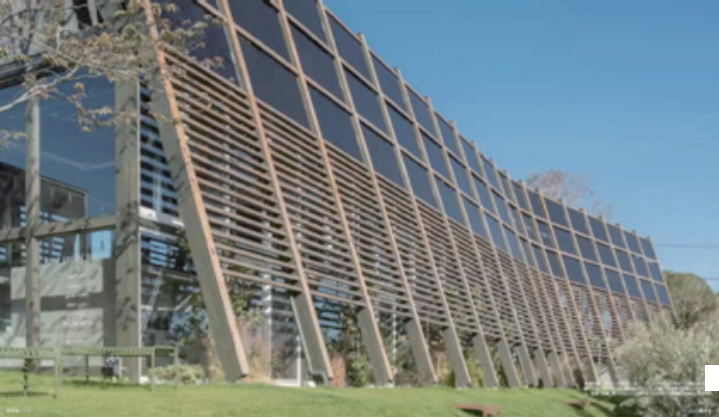


台湾で作ったオフィスビルである。敷地の真ん中に建っているのが樹齢100年のマンゴーの木。台湾はとても自然共生を意識されるので、木を大事にしながら暮らしたいということで、敷地の真ん中にある木を残して建築を建てることになった。我々はこの自然と共生する上でいろいろな技術を駆使して検査をした。最初はドローンを使って3Dスキャンをした。根も同様にレントゲンのような機械を借りてきて、根の形状を3D上に起こし、木が持続するための環境を考えていくことにした。ボリュームについても、太陽の軌跡からリングを削っていった。木にとって一日に必要な日射量が届くようにして、風環境も建てる前後で極端に変わらないよう意識してシミュレーションを行った。木の周りの必要なところだけ、必要なだけの機能を配置した。その周りに、庇というか、テラスを伸ばしていくと、影ができていく。台湾では影をどう作るのが重要で、そのために支えるものが必要になってくるので、柱をランチさせていき、デザインの特徴にしていこうという作り方をした。この建築は台湾初のゼロエネルギービルになり、たくさんの賞を貰い、今ではいろいろな行政からの仕事の中で、様々な手法を駆使してゼロエネルギーを目指している。

竣工後も木はすぐ元気で、毎年実を实らせている。このプロジェクトをきっかけにして、台湾で設計事務所と施工社と都市計画の先生たちと一緒に、環境コンサルティングを行う会社を立ち上げた。

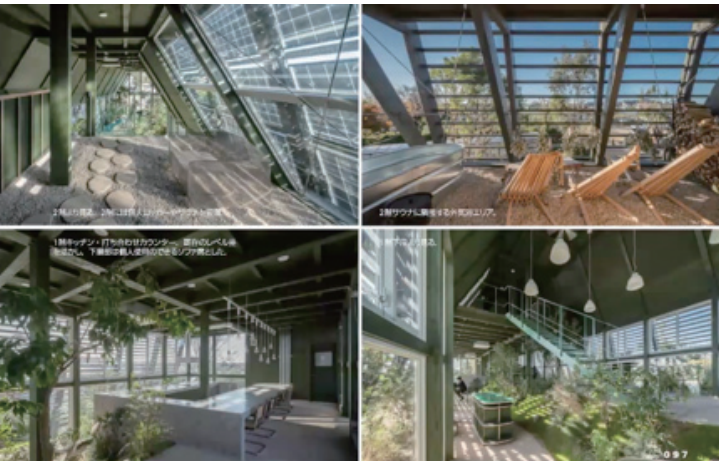
## 4. 最小限の介入

淡路島の時にいろいろ評価をもらって賞を頂いたが、一方であれはお金持ちしかできないのではないかととも言われた。その頃からエンボディドカーボンという考え方も出始めてきていた。そうすると地中熱を使うことになり、そのための機械はドイツで作っているが、運搬方法や故障した場合のメンテナンス等、本当にサステナブルなのか？という思いがあり、もう少しシンプルに作れないかということ考えた。



木造の平屋で、単純な檜のようなものを組んで作ったオフィスである。当時の坪単価で 80 万円ほどの予算でゼロエネルギービルを実現したもので、植栽業者のオフィスビルである。周りに園芸ショップ等の店舗がたくさんあるエリアの中の一隅に建っている。植栽が半分オフィスの中に入り込んでいるような空間、というようなイメージの建物になっている。敷地は、少し斜面になっていて、その地形との関係を重要視している。斜面を造成してコンクリートで固め、わざわざ平たくして、建物を建てるために大きな地盤調整をするのではなく、斜面をそのまま受け入れて、地盤に沿って、曲げて、斜面自体が建築の中、部屋の中にも入り込んでいるような作り方はできないかというようなことを考えた。

基礎を最小限にすることを考え、参考にしたのは非常に合理的に作られている農業用の構築物である。一番安定した台形の形状でダブルスキンが簡単に作れるような形状をベースとして作っている。特徴的なことは基礎を台形の足元の部分だけにしたこと。建物の中には全部基礎がなく、全部土が露出され、その表面だけを土系舗装というもので固め、そこに全部植物を植えようと考えた。植物のための環境でもあり、人も暮らす快適な環境を考えた。ダブルスキンになっているので、日射もコントロールしている。日射コントロールや、通風のコントロールをすること、ソーラーパネルを入れることによって、Nearly ZEB を実現している。



5. 時間軸の計画

これはどちらかというと、さらなる提言のようなものである。研究室で、長く持続してきた古今東西の「場」というものを調べている。伊勢神宮もそうで、いろいろ世の中に存在している。調べていくといろいろな理屈がわかってきて、先ほど開放系という言葉があったが、循環していることが非常に重要であり、止めてしまっはいけない。人間も循環しなくなると死んでしまう。ただ、循環するためにはやはり人、技術、お金が必要になる。こういったものがきちんと循環する仕組みを作っていくことが重要である。建築家もかつては時間をテーマにしたものがいくつもあった。これからは、この時間と向き合うタイミングなのではないかと考える。近代の計画や施策は、時間という軸が抜け落ちている。建築は時間の中で存在している。いろいろな時間軸の中で我々は生きていくので、動的に建築を見ていくことが今後のキーポイントだと思っている。サステナブルな話は、ほとんど時間の話であり、そういったことと向き合ったプロジェクトをご紹介する。

□ TENOHA 代官山



都心部ではよくある話だと思うのだが、利用期間が限られている商業施設で、5 年、10 年のうちに再開発にかかる可能性があるという敷地の中で建てた建築である。全体を東急不動産によってフォレストゲートという開発をしているうちの駅側の敷地になる。我々が考えたのは循環をする建築で、3つの循環にトライした。

一つは森との循環。我々が都市で建築を作ることと、森が健康になることが同時にできるといいのではないかと考えていた。岡山の西栗倉というところに「森の学校」という業者がおり、傷んだ木から抜いていくという間伐をされている。そこと組んで、その木を使うことによって、この森が健康になる、というようなことで提携する。我々は都心部でその木を使った建築を作り、その情報を発信することで、彼らの活動を周知するというような、そういった循環を考えた。

二つ目は再利用できる建築。移築、再利用ができ、ゴミにしないというものを考えた。金物が木材の間に挟まっているが、基本的に大小の六角形モジュールでできている。金物で

挟んだ乾式工法になっているので、この建築が必要なくなったら分解し、また別の場所に運んで再利用ができるような建築になっている。

三つ目はエネルギーの循環。雨水などを利用しながら ZEB 認証を取っている。屋上で取れた野菜を使って、この食としてメニューを出している。ロスフードと言われている形が悪くて使えない食材を集めてきてジェラートにするなどトライしている。東急全体としても食品循環に取り組みられているので、その一環になっている。六角形モジュール自体がこの形のままでなく形を変え展開できるので、そういったものも提案しており、84% ぐらいのリサイクル率を達成している。RC 基礎のため若干数値が悪くなっている。



□長く持続してきた場とは？

時間軸の話に戻るが、研究した持続可能な場所というのは必ず限界があり、循環の中には人や物やお金、様々な関係性があるということは話したと思う。今の時代、この時間軸を持って考えることは重要であると思っている。一昨年、福岡県立美術館という大濠公園の中に美術館を作るコンペがあり、この時にもそういった提案をしていた。お堀に沿って長い形状の建物を作り、樹木を縫う様に建てる計画だった。今の公共建築というのは、いきなりコンペ要項があり、要項では何百億使ってこうこうこういう部屋を作ることが示されている。誰が決めたのか、それが本当に確かなのかわからないものを作らなければいけない。その方向性があってれば良いが、人口動態も変わるし、その時その場所によってマッチするかどうか変わっていくので、合わなければ最悪で、ずっとそれに税金を払い続けるという状況になる。この時に考えたのは尻尾みたいに長い建物で、この部分を先に作ろうとい

う提案をした。そこを実験劇場というか、実験ギャラリーとして、まずそこでいろんなイベントを行う。そこでアートの文化を醸成しながら得た知見を持って、この全体像を実績に活かしていこうと考えた。短期間で建てて、そういったことがやれるとよいという提案だった。例えば、研究、設計、施工ということ自体にも、時間軸を取り組んでいくと面白いのではないかと考えている。

その他には伊豆の下田市、人口が 20,000 人を切っている町で、古い中学校の校舎と新築の校舎を合わせて庁舎を作っている。人口動態に合わせて建築し、徐々に面積を減少させていくような提案をしている。

国立競技場の場合もそうであったが、数週間だけ開催されるオリンピックのため競技場を作り、アイドル歌手といったアーティストのコンサートもできて、何とかもできると、全部を足し算していくと、巨大な何千億もの費用が掛かるプロジェクトになってくる。そしてオリンピック終了後は年間何十億もの維持費を払うことになる。商業の論理に作り方が置き換えられて大きなビルが建っていく。もっと動的に建築や都市を見ていくと、何か変わったものになるのではないか。(終)



| 第1段階<br>2026年                               | 第2段階<br>2045年                              | 第3段階<br>2060年                               |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                             |                                            |                                             |
| 人口 = 2.1万人<br>面積 = 5500m2<br>電気代 = 1600万円/年 | 人口 = 1.1万人<br>面積 = 2500m2<br>電気代 = 900万円/年 | 人口 = 0.72万人<br>面積 = 2000m2<br>電気代 = 385万円/年 |