



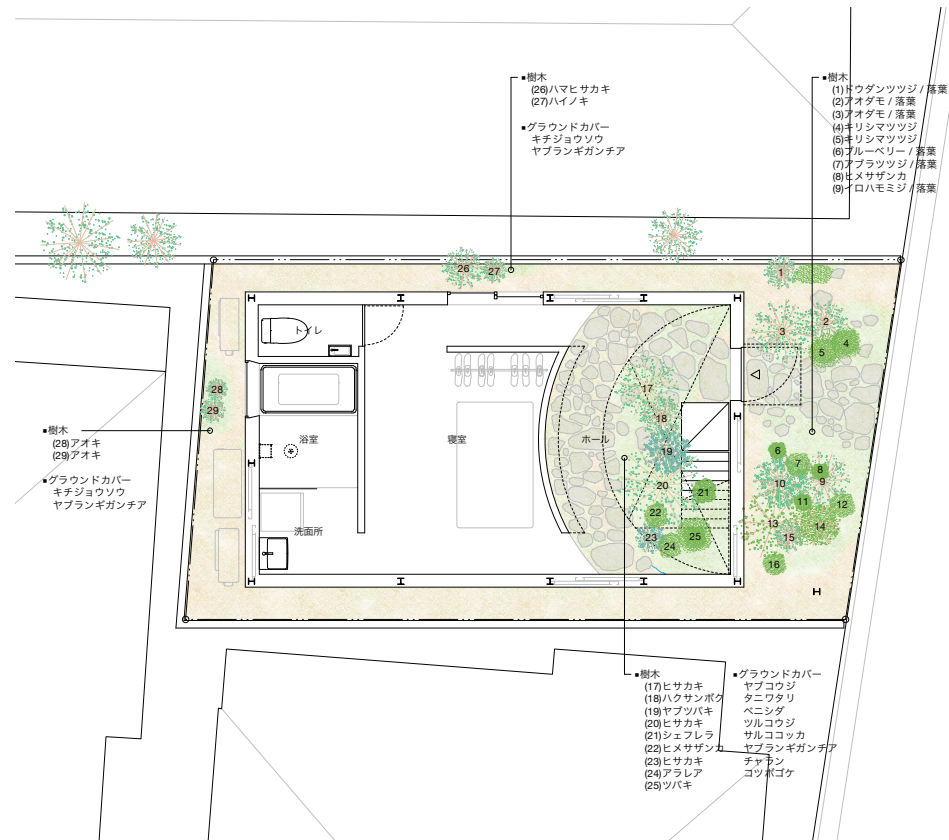
膜屋根のいえ

東京の住宅密集地にある单身者向けの個人住宅。仕事柄、さまざまな国に暮らしたことがある建主は現代のノマドともいる。友人を招いたり、気ままに自分の時間を楽しみながら都会の中にキャンプするように住まう事を想像し設計した。

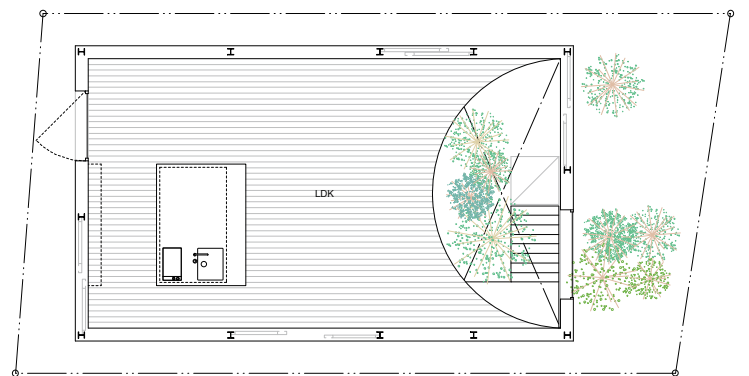
2016年 HOUSE VISION にて発表した「の家」はモバイルな2重膜屋根の家であった。そして2020年高輪ゲートウェイ駅前の再開発地の暫定利用として作ったパピリオン群も二重膜の屋根で、かつての海の波を屋根によって表現した。どちらも仮設建築であったが、いつか恒久的な住宅に使ってみたいと考えていた。

敷地は間口の狭い接道面を除く三方を建物に囲まれる中で光を取り入れるために膜屋根から柔らかな光を入れることとした。優しい光に満たされる明るい2階のパブリック空間に対し、1階は寝室や浴室などプライベートな空間で、外光を絞り、穴蔵のように落ち着いて休み眠れる場所となっている。限られた敷地の中で外に庭をつくる代わりに光の入る吹抜けに木を植え、庭をつくった。直に植物に触れながら生活ができる。

屋根全体は3次元カーブとなっており、柔らかな膜素材だからこそ容易に実現できた。屋根の二重構造は上膜、下膜、2枚の膜の間に構造体と断熱材を挟み込み、下膜を構造のカットTの先端にカテナリーを描くように引っ掛ける事で半円型のライトチューブを作り出した。ライトチューブの中の空気層は断熱層を形成すると共に重力換気により下から上に空気が循環し快適な室内環境を保つことができる。膜屋根は光によって周囲の環境の変化を感じることができる。明け方は青い光、昼は白い光、夕方になると徐々に赤く染められる。晴れた日と曇りの日での明るさが変化する。屋根が皮膚のように外界の変化を感覚的に伝える。



0 1 2 5 10 (m)

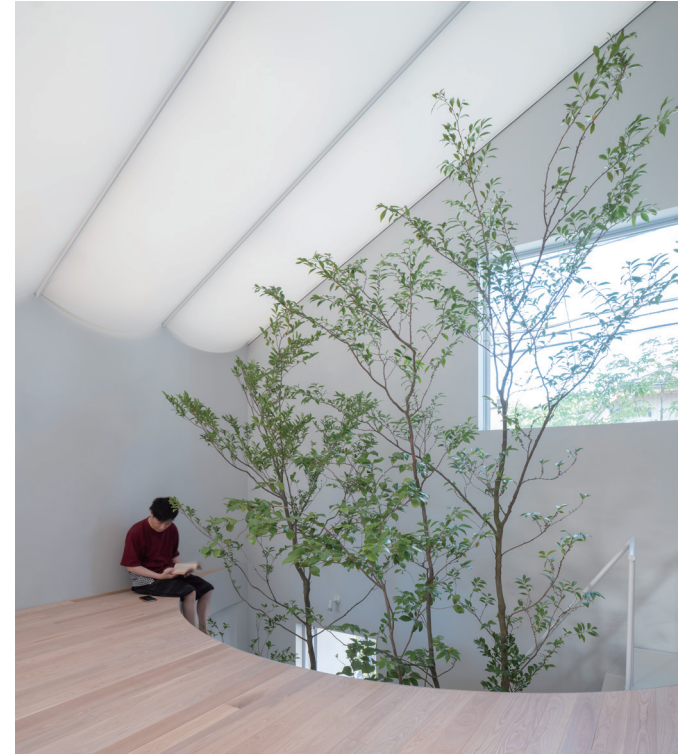




東側外観。



膜を通して太陽の光がやわらかく室内へ入る。



限られた敷地の中で外に庭をつくる代わりに光の入る吹抜けに樹木を植え、庭をつくった。室内にあって窓外のガラス越しに見える樹木ではなく、直に植物に触れながら生活ができる。



2階リビングルーム



上空から。屋根が3次元に曲がっていることがよくわかる。



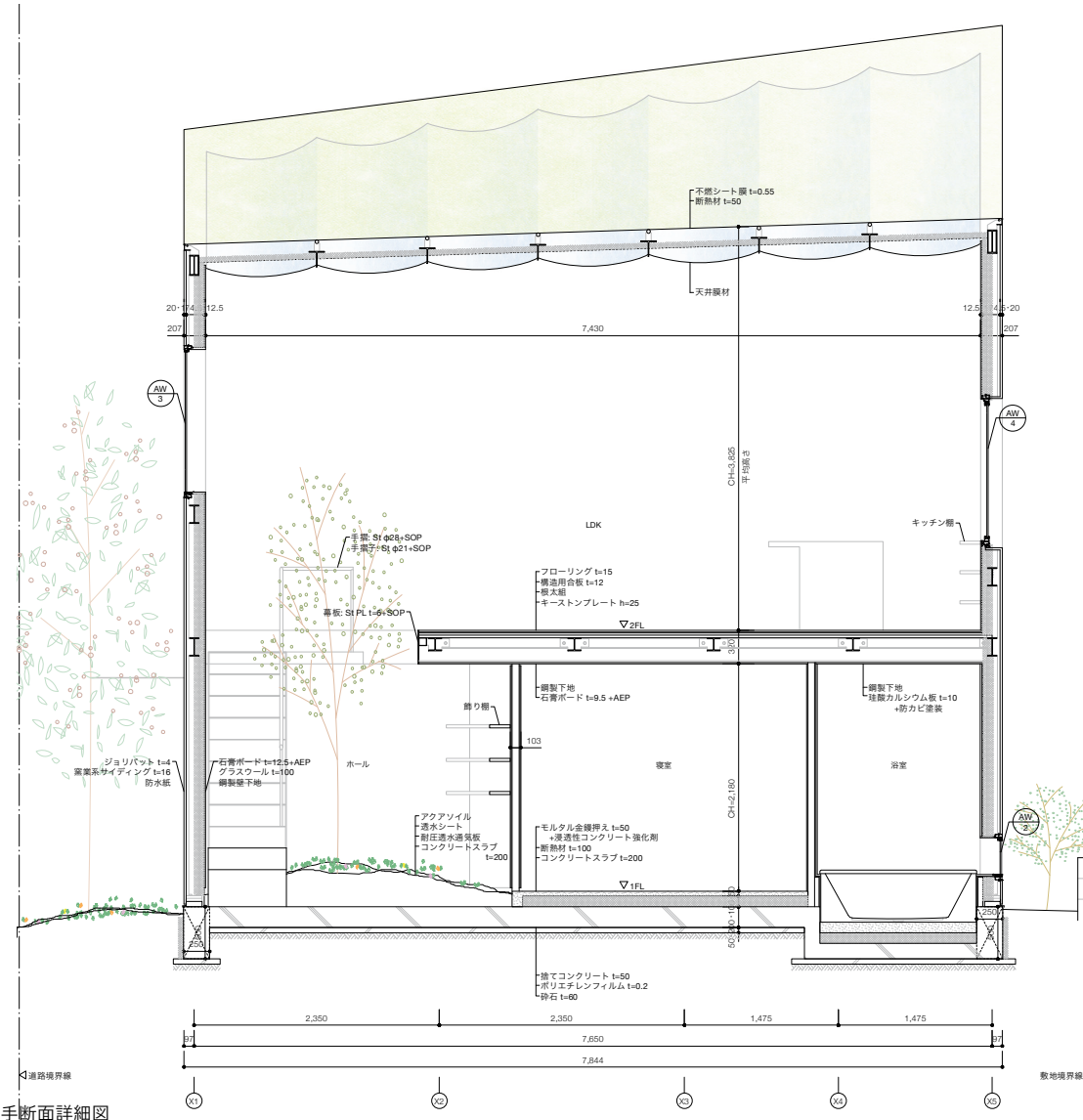
1階ホールから入口を見る。庭が連続している。



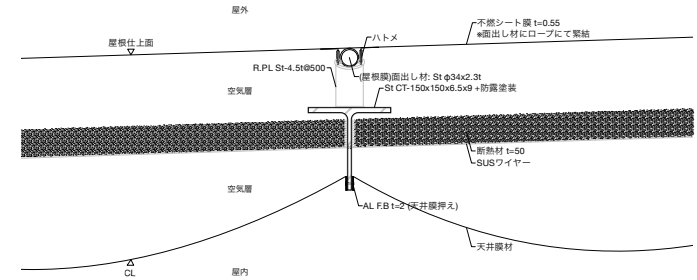
2階は開口部の面積をできるだけ絞り、膜の効果を最大限生かす計画としている。

構造と膜の構成について

2階のポリエステル製天井膜と屋根の不燃テント膜の2重膜構成になっており、間に構造体と断熱材を挟みこんだ。断熱材については、メーカーからサンプルを取り寄せ、再生ポリエステル繊維製の光を通すものを探し、性能と光の通し具合で厚みを決定した。下膜については、いくつかサンプルを購入し、何度か実験をした上で、透過性が程よくありつつ、中の構造体や断熱材があまり見えない生地を採用したことにより、屋根天井の浮遊感を表現できた。内膜の留め方についても、軽やかな膜ならではのディテールとなっている。

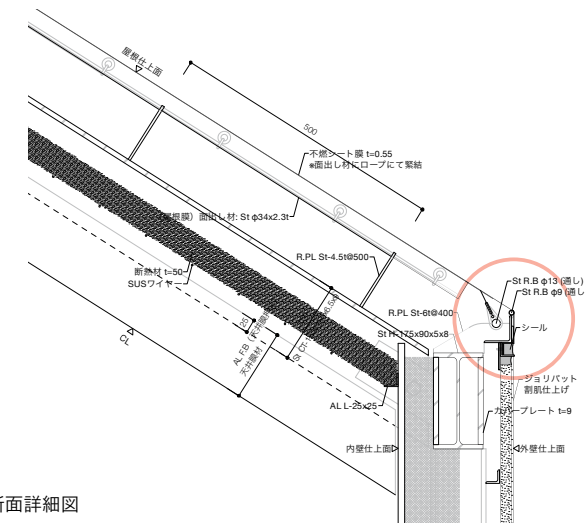


長手断面詳細図



膜設置部分断面詳細図

軽やかな半透明の膜材によって可能となった水平ブレースを省略した屋根構造が、三次元曲面を描く抽象的な屋根の表現を実現している。また、屋根の重量が軽いことで柱や壁などの支持部材のサイズも繊細なものとなり、建物全体の重量感のバランスが整えられた。



断面詳細図

上膜材に対してアングル材などのピン角を直接当ててしまうと破れる恐れがあるので、最小の丸棒を面出し材として用いて極力ピン角に見えるように工夫した。面出し材も3次元的に捻じれる屋根面の四方に必要だったためそれぞれ両端の座標を管理してアングル材へ溶接する精密な施工を行った。



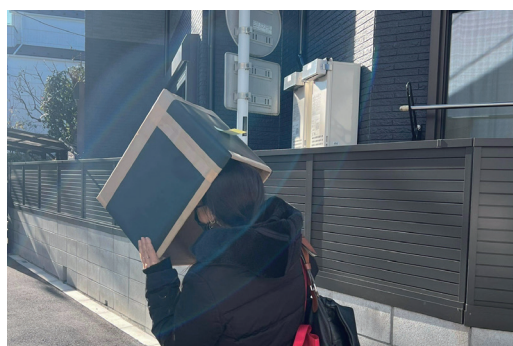
構造ダイアグラム、屋根仮組

鉄骨ダイアグラム。鉄骨の上に白い不燃テント膜を張った。
3次元カーブの屋根を形作る鉄骨を工場では仮組みし、出来上がりを確認した。



上膜の施工

屋根の曲面に沿って、テントを張るように膜を取りつける。膜はロープで引っ張って緊結するが、ロープを引っ掛ける部分が目立たないように工夫した。屋根の角は膜が重なるため、なかなか綺麗に施工できないが、ギフトラッピングのように角に折られたんで重ねる方法をとった。



下膜モックアップ、断熱材のテスト

下膜は、いくつか現場でモックアップをし決定した。透過性と中の構造体や断熱材があまり見えない生地を選定。
断熱材は、模型を作り性能と光の通し具合で厚みを決定した。



下膜の施工

屋根の鉄骨ウェブに細いステンレスワイヤーを何本も通しておき、ワイヤの上に断熱材を敷き詰める。断熱材を入れ終わったら、最後に天井の下膜を取りつける。チューブ状の天井膜は計7つで構成されているが、屋根が3次元に曲がっている為、膜の形はすべて異なる。洋服を作るように型紙を作り、ポリエステル膜を切って成形した。

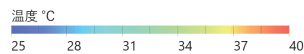




西側夕景。内部の光が膜を通して外に漏れる。

空間構成に応答する最少最適な暖冷房システム

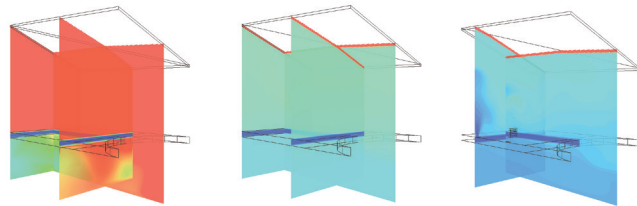
暖房計画は1階を対流式、2階を輻射式とし、冷房計画ではすべて対流式とした。特に2階は、天空との緩やかな境界構成要素となる、光を透過する膜と粗密度のGWを使用しているため、居住域下における快適性確保を実現する手段としてCFD（Computational Fluid Dynamics）を使用。その解析を元に、2階の流れ場・温度場の分布性状をコントロールすべく階間を利用して気候・天候・コントロールボリュームに対応する輻射対流式の暖冷房システムの仕組みを導出した。



西陽が室内を照らす。

図は下記の条件での自然室温のシミュレーション。

- ・屋根表面温度 55°C、外気温 35°C
- ・1階と2階に給排気口を各1個配置（隣家を考慮し 35°C）
- ・2階天井面には、有効開口率 50%を有する仕上げ材



何もしない場合の自然室温

排気設備を入れた場合の自然室温

排気設備 + AC のシステムを入れた場合の自然室温

膜屋根のいえ

所在地 / 東京都杉並区

主要用途 / 専用住居

家族構成 / 1人

設計

永山祐子建築設計 担当 / 永山祐子 藤田明日香

吉田昌平建築設計事務所 担当 / 吉田昌平

構造 平岩構造計画 担当 / 平岩良之 金澤亮磨

外構・造園 荻野寿也景観設計

担当 / 荻野寿也 小田祐介

施工

TSP 太陽 担当 / 高木淳一朗 柏原幸次

金刀礼奈 稲垣亮輔

ルーヴィス 担当 / 荒井良太

空調設備 Rise 担当 / 大竹正志

パッシブ冷暖システム参創ハウテック住環境ラボ

担当 / 阿式信英

外構・造園 荻野寿也景観設計

構造・構法

主体構造・構法 鉄骨造

基礎 ベタ基礎

規模

階数 地上2階

軒高 8,180mm 最高高さ 8,500mm

敷地面積 60.00m²

建築面積 36.50m²

延床面積 62.64m²

1階 34.11m² 2階 28.53m²

工程

設計期間 2020年12月～2021年10月

工事期間 2021年11月～2022年7月