



森になる建築 Foresting Architecture

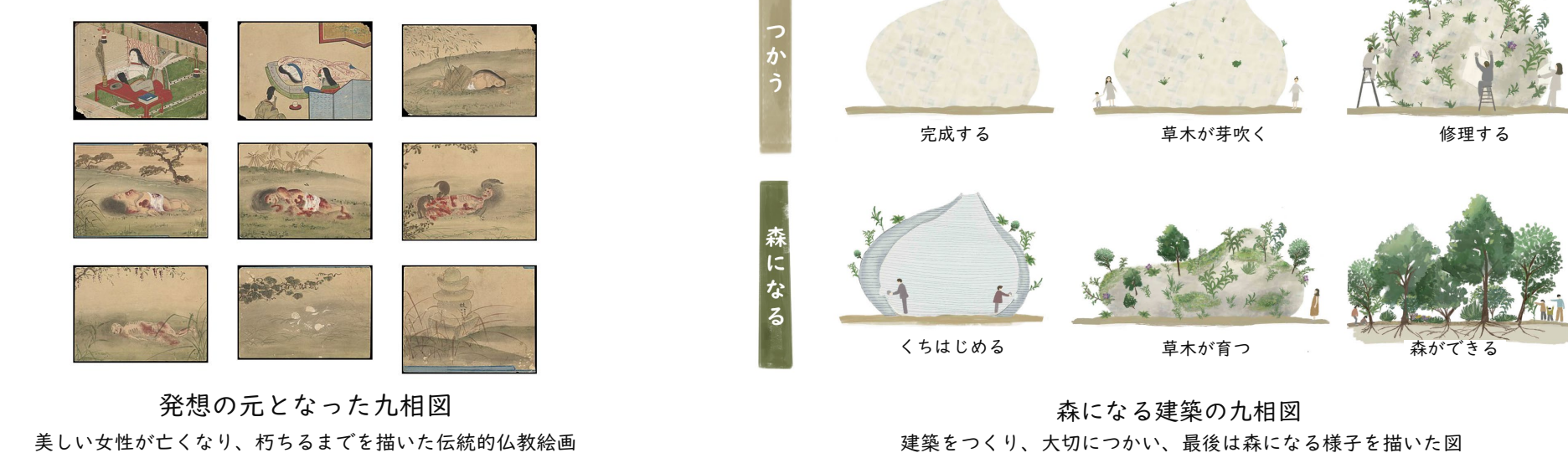
万博の会期が終わったら捨てられる建築ではなく、土に還り、その場の環境がよくなるような建築をつくりたい。そんな想いから生まれた「森になる建築」は、2025年大阪関西万博で休憩所として実現しました。人が手をかけながら育て、時間と共に朽ち、地球の循環の一部となる建築を世界最先端の技術と手づくりを融合させ、形にしました。

"Foresting Architecture" is a rest shelter created for Expo 2025 Osaka, Kansai, Japan. It is an architecture that will not become rubbish after the Expo, but will take time to return to the soil and eventually become a forest.

建築の九相図

万博の建築は半年しか寿命がない。だからこそ、幸せな建築の終わり方を考えました。

森になる建築は仏教絵画の「九相図」から着想を得ています。そこに示された地球の循環は、綺麗な工場でリサイクルされるようなものではなく、破れ、裂け、蠹き、カビやコケが生え、そこから次の命が生まれる生々しいもの。そんな地球の循環の中にある建築を、みんなで作って、愛着を持って育てていくことで、万博が終わり朽ちてしまっても人の心の中に残るような建築を目指しました。



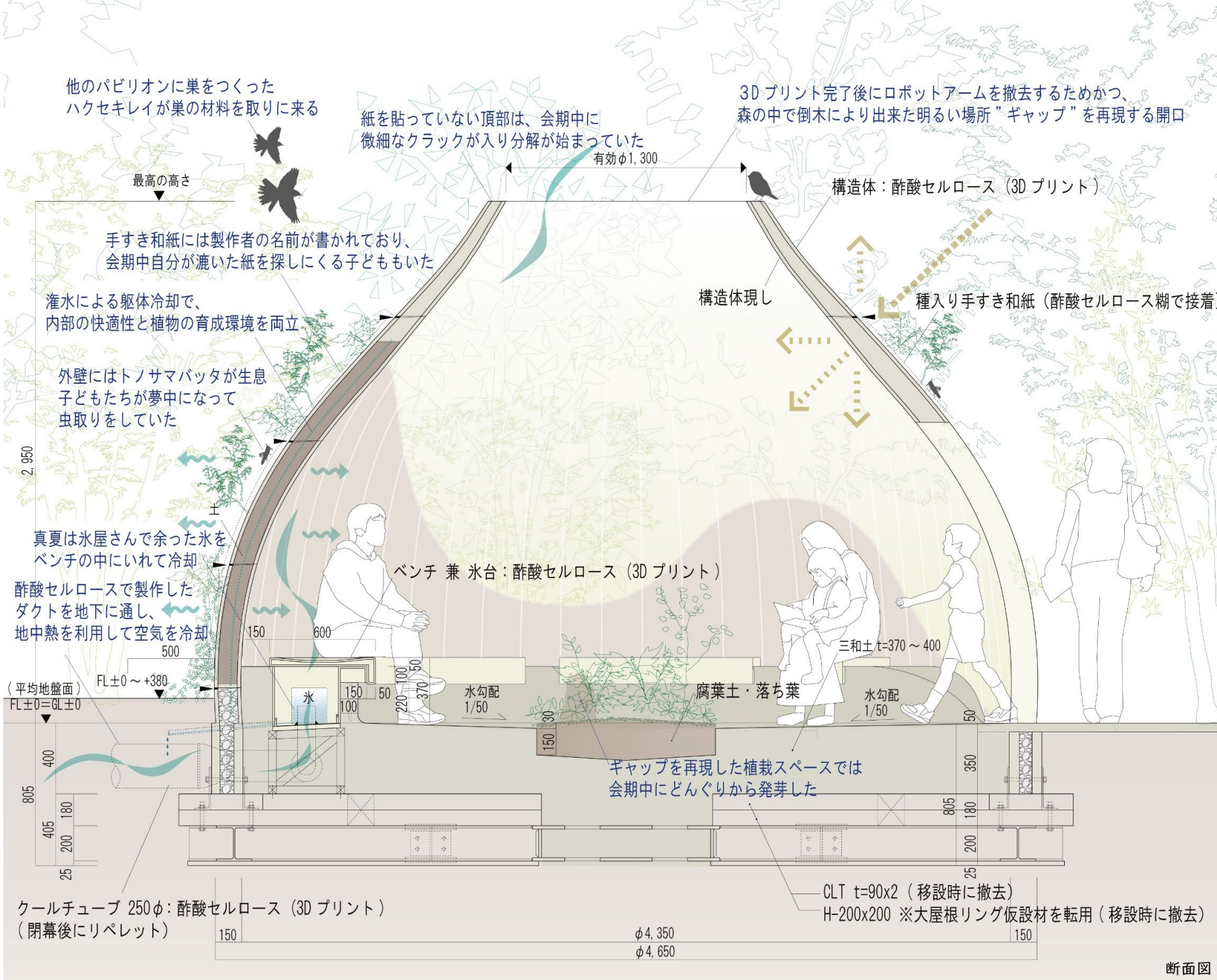
発想の元となった九相図
美しい女性に亡くなり、朽ちるまでを描いた伝統的仏教絵画



会期前・会期中の森になる建築の様子。時がたつほどに様相が変わっていく。

植物・人・躯体にとって快適な環境をつくる

酢酸セルロースの構造体は温度が高くなるほど変形が大きな特性と、紫外線によって劣化（分解）が早まる特性があります。会期中には変形や分解を抑制するため、トラス断面の壁内に土を入れて灌水によって温度管理を行い、表面に紙を貼って紫外線を防いでいます。これらの環境制御は躯体の変形や分解防止だけでなく、壁面に生える植物の生育環境維持、内部でくつろぐ人の快適性の確保につながっており、植物・人・躯体にとっての快適な環境を同時に確保するために機能しています。休憩所として使い終わる時、制御をやめ、紙のメンテナンスを止めると徐々に変形と分解が進んでいきます。



LIGHTING

万博会場に浮かぶ行灯の光

夜になると和紙が貼られた特製のランタンが運び込まれ、優しい光に包まれた空間が現れます。外には行灯のように光がもれ、万博会場を柔らかく照らします。瞑想を始める人や歌を歌い始める外国人がいたりして、周囲の喧騒から離れ、安らげる空間を提供しました。



行灯のように光る森になる建築

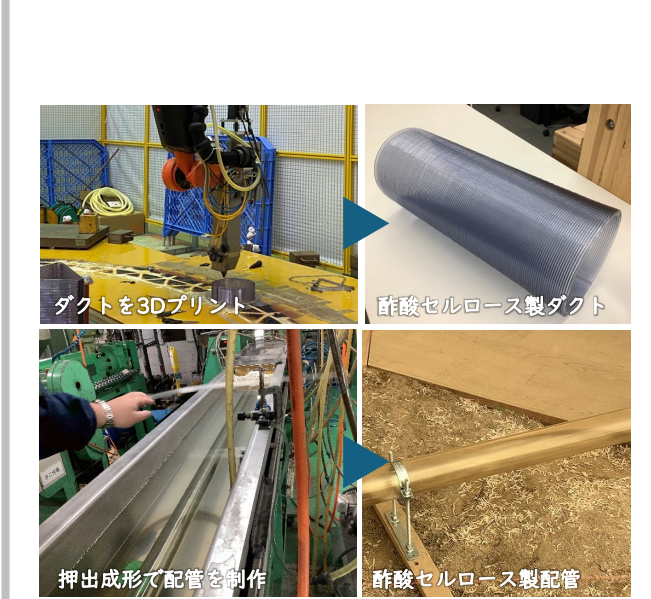


和紙を通した柔らかな光が灯る

DUCTS AND PIPES

酢酸セルロース製の配管部材開発

設備部材における資源循環の取り組みとして、木材由来の酢酸セルロース樹脂で空調ダクトや排水配管をつくりました。空調ダクトは3Dプリントによる造形、排水配管は押出成形によって製作するなど、機能に応じた製作方法の検討も行いました。



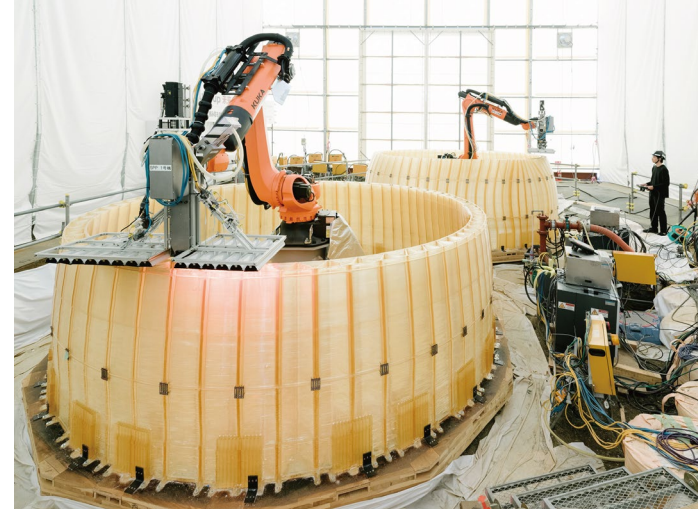
3Dプリントした空調ダクト

酢酸セルロース配管

先端技術と手づくりを組み合わせ、建築の寿命を考える

森になる建築の構造体は木材材を原料とした生分解性樹脂「酢酸セルロース」を現地で3Dプリントしてつくりました。そして、子ども達と手作りの紙を表面に貼って仕上げています。その紙には草木の種がすきこんであり、会期中に徐々に芽吹き、成長し、最後は森になります。

土に還る透明な3Dプリント構造体



世界最大の純3Dプリント建築の現地造形
酢酸セルロースは葉のアプセル等に使われる素材で、大型3Dプリントの知見はほぼ無く、建築サイズの3Dプリントを実現するには①層間接着の弱さ ②熱収縮による割れ ③積層角度が大きな課題でした。それに対し、①ヒーティングによる温度管理 ②誘発目地の設置、③内側二重構造の対策によって直径4.65m、高さ2.95mの構造体のプリントに成功。3週間かけて現地で出力しました。これは世界最大の生分解性3Dプリント建築（一体造形）としてギネス世界記にも認定されました。

構造安全審査と確認申請
壁をシミュ要素でモデル化した有限要素解析により構造シミュを実施し、構造安全審査を受審しました。「酢酸セルロース造」の建築として建築確認を受け、検査済証を取得しています。

手づくり和紙による儚い外装材



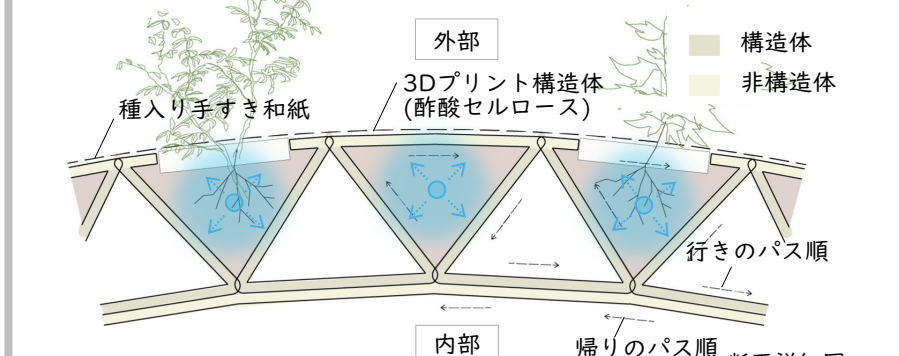
たくさんの人の想いを建築に込める
会期前・会期中に紙すきワークショップを行いました。多くの方々に建築づくりに参加してもらって、この建築に対する愛着をもってもらうことを目指しました。

植物が芽吹き、表情が変わっていく
紙にすき込まれた種や苗からは、時間の経過とともに種が芽吹き、建築の様相が変化していきました。生物の居場所となったこの建築は子どもたちが虫とりに夢中になる様子もみられました。

PASSIVE COOLING

植物・人・躯体に快適な環境設備デザイン

建物内側への熱収縮や短期荷重に抵抗するため、面外方向にトラスを設け、荷重分散効果が高いシェル構造を採用しました。トラス内には植物が生育するための土を入れています。この土は周囲の植栽と連動し、高木の近くは低く、そうでない場所は高くすることで、建物内に適切に日陰をつくりながら、木漏れ日が壁面に映り込むようデザインしています。



廃氷とクールチューブをつかったパッシブ空調

建物内のベンチは快適性を高める仕組みとして、冷たい空気が漏れ出し、座った人の周辺気温を下げて快適性を高めるよう設計しています。少し離れたところから取り込んだ外気を、地中熱を利用したクールチューブを通し、氷屋さんの余った廃水を使って冷やし、その冷気で居住域を冷やす仕組みです。気流速さも考慮した屋外での体感温度指標はSET*29.5℃であり、炎天下で本陰のような環境を実現しました。

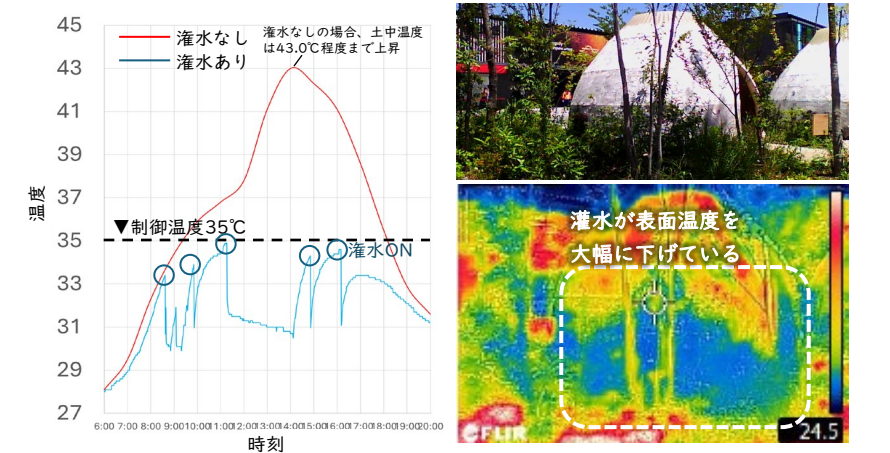


3Dプリントした3次元曲面のベンチ台座は三和土

夏場には氷屋さんで余った水をベンチの中に入れて冷却

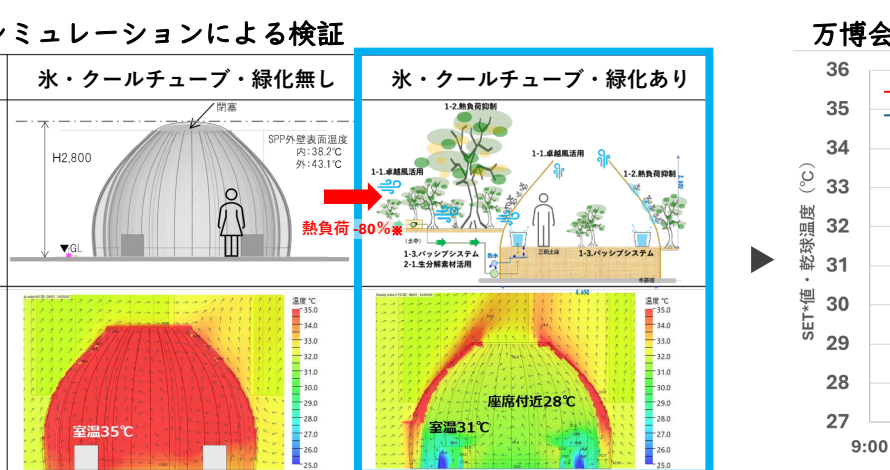
灌水量の制御による土壌温度（壁面温度）の管理

外壁内の土壌温度を35℃以下に保つため、壁面内にセンサーを設置して灌水量を調整しています。会期前に実験を行って効果を確認した上で、万博会場でも計測を行い、灌水がない場合と比べて大幅に土中温度が低下することを確認しています。



シミュレーションによる事前検証と実測のフィードバック

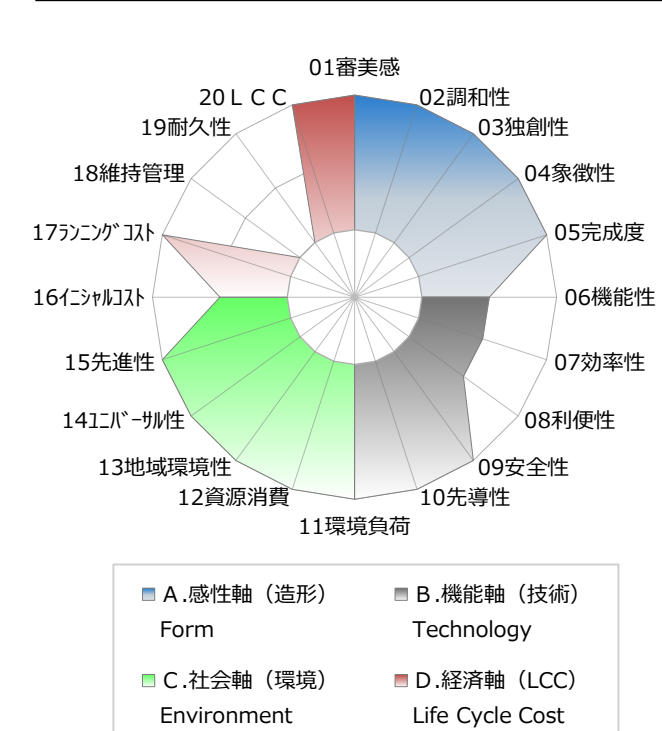
森になる建築の温熱環境は複合的、実験的な試みで構成されているため、シミュレーションとモックアップによる検証結果を設計に取り込み、会期中の実測も行いました。その結果、目標の快適性指標SET*32℃以下を大幅に下回る29.5℃を達成し、来場者からも「自然の中にいるようで心地よい」との声があり、木陰の快適性を再現できています。



シミュレーションによる検証

水・クールチューブ・緑化あり

評価表 レーダーチャート

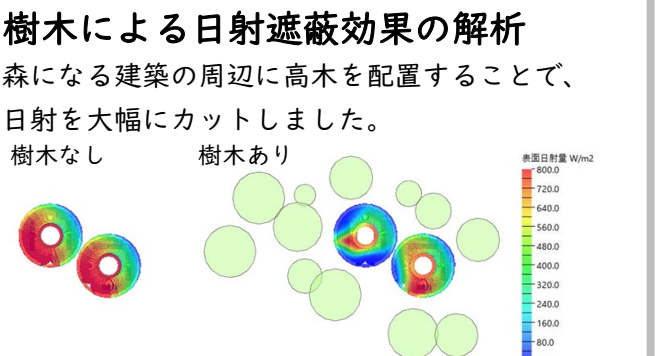


概要

建物名称：森になる建築
所在地：大阪府大阪市此花区夢洲中一丁目地先（2025年日本国際博覧会大地の広場内）
建物用途：休憩所
構造：酢酸セルロース造（現地一体成型3Dプリント）
建築面積：1棟あたり15.65㎡×2棟
建物規模：地上1階建て
工期：2024年8月～10月（3Dプリント）
2025年2月～3月（和紙仕上）

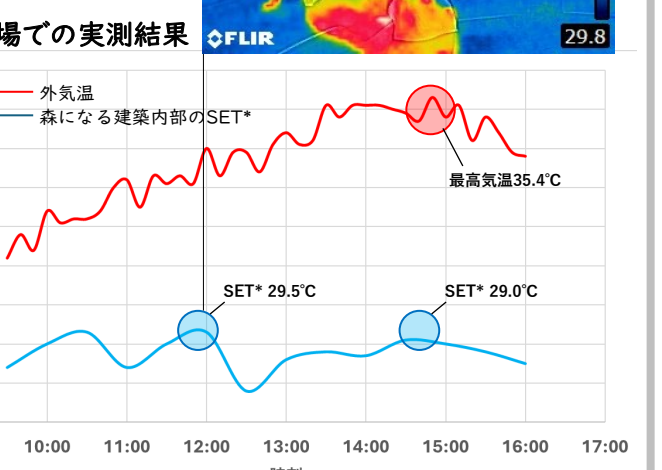
海風を受け止め、上に流す開口形状

海風を受けやすい開口位置・形状を解析から割り出し、トップライトから抜けるように設計することで、夏季の通風性を高めました。



樹木による日射遮蔽効果の解析

森になる建築の周辺に高木を配置することで、日射を大幅にカットしました。樹木なし 樹木あり



万博会場での実測結果

水・クールチューブ・緑化あり



トラス状の構造断面が筋のように現れ、植物の幹や葉の中にあるような内部空間



様々な種類の育成方法を検討

森のはじまりを再現

内部には森林のギャップ（樹木が倒れてできる空間）のような植栽帯を設け、山取り苗を植栽し、落ち葉を敷き詰めました。多くの来場者が自然の森の再生過程をイメージした緑を楽しんでいました。

