

1 「第二の大地」が人・地域・生態系を繋ぐ

早稲田大学戸山キャンパスに位置する多機能型スポーツアリーナを中心にラーニングcommons等を内包する複合施設です。本計画では大学やキャンパス、地域・社会が抱える多分野にわたる課題を一手に解決する、「持続性に優れた建築の在り方」を模索しました。

そこで、施設の大半を地下に埋設し、その地表に「戸山の丘」と名付けた新たな交流・活動の拠点となる広場を設けました。「戸山の丘」はキャンパス内の起伏に沿った傾斜を持ち、既存校舎の1・2階レベルを繋ぎキャンパス全体の回遊性を高めることで、地域・社会にも開かれた新たな交流や活動を生み出しています。

平均土厚約100cmの「第二の大地」とも呼べる植栽基盤と、周辺地域に生息する植物を中心とした植栽計画は、地域の生態系強化やバイオフィリックデザインによる知的生産性向上にも貢献しています。

早稲田大学の未来に向けた理念を表出し、それを体験できる環境や風景を実現すること、そして、それがキャンパス・地域・社会・生態系・地球環境等、様々なレベルの課題解決に貢献する「持続性に優れた建築」であることが次世代キャンパスに相応しいと考えました。



「第二の大地」としての地表面を開放することで、人・地域・生態系を繋ぐ。

「新たな交流・活動の拠点」となる、多様性に富んだ環境を構築。

2 Zero Energy Arena / ZEB Ready への挑戦

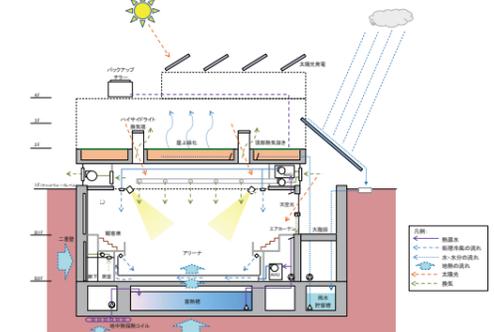
本計画では施設の大半を地下に配置するという計画特性を活かし、地中熱を利用した空調システムや太陽光発電等と組み合わせ、メインアリーナと同付施設は一次エネルギー量を実質ゼロとする「ゼロエネルギーアリーナ」(試算値)、施設全体でもZEB Ready (削減率61%・創エネ5%含む)の認証を受けており、延床面積1万㎡超の大学施設としては希少な事例となっています。

Summary

This is a complex facility whose main function is a multifunctional sports arena. To comply with legal regulations, most of the building was buried underground to reduce the building area. In this way, the large arena was secured in the basement. Furthermore, we planned the garden named "Toyama Hill" on the roof of the arena. "Toyama Hill" is open to all the people. We expected "Toyama Hill" to be a new place for interaction and activities in this campus. In order to reduce energy consumption, we planned energy storage using geothermal and air conditioning / ventilation systems and obtained ZEB Ready certification (reduction rate 61%).



地上と地下の環境を繋ぐ、ガラス大庇と大階段。



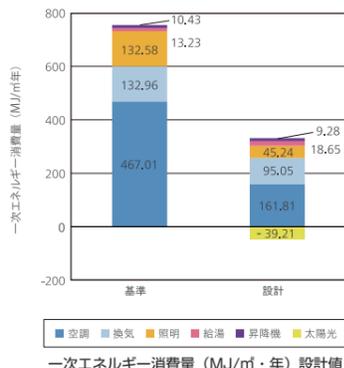
「ゼロエネルギーアリーナ」を支える仕組み、システム概要図。



自然光だけで撮影した地下2・地下1階のメインアリーナ。

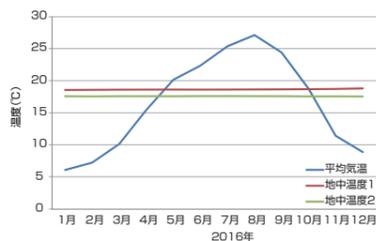
評価項目	特に重視したポイント	評価項目に対する設計者の意図	自己評価
A. 感性軸 (造形) Form	01 創感性	「土地の持つ固有性(歴史性・自然環境の在り方)」を継承化する造形・素材選択	○ 2
	02 親和性	建築工法を踏襲的(配慮)し、周辺地域・既存校舎との連続性・回遊性を確保	○ 2
	03 独創性	多様な価値観に目を向け、それを統合的に繋ぐランドスケープ・エクステリアを構築	○ 2
	04 象徴性	大学の理念を抽出する「環境」の風景を生み出し、「形」止は異なる象徴性を創出	○ 2
	05 完成度	多くの分野の専門技術者による技術検証を行い、細部に渡って高水準の品質を確保	○ 2
B. 機能軸 (技術) Technology	06 機能性	過密なキャンパス環境改善と活動環境の拡充をアリーナを地下に配置することで解決	○ 2
	07 効率性	アリーナを地下に配置し、屋上を緑化する事で、外部からの熱影響を大幅に抑制	○ 2
	08 利便性	様々な運用モードを予め準備し、管理者が容易に運用できる多機能型アリーナを実現	○ 2
	09 安全性	自主的な避難シミュレーション等を行い、法令以上の安全性を確保した計画	○ 2
	10 先進性	地中熱を活かした大規模な蓄熱等により、空調設備に頼らなくても快適な環境を拡張	○ 2
C. 社会軸 (環境) Environment	11 環境負荷	延床面積1万㎡超の大学施設でZEB Ready認証取得を促した希少な計画	○ 2
	12 資源消費	断熱性能向上期間100年に設定する等、持続性に優れた計画	○ 1
	13 地域環境性	「戸山の丘」(平均土厚約100cm)を中心に地域の生態系強化を図る緑地の創設	○ 2
	14 LGT対応	LGBT対応のトイレや更衣室等、すべての人が同じ立場で利用できる施設計画を実現	○ 1
	15 先進性	ZEB Ready認証取得やバイオフィリックデザインの実践など、客観的指標を重視	○ 2
D. 経済軸 (LCC) Life Cycle Cost	16 LGT対応	建物地下に埋設することによる建設費上昇分を屋上の有効活用で吸収	○ 2
	17 LGT対応	ZEB Ready認証取得と竣工後の運用ADPバイによりランニングコストを最適化	○ 2
	18 維持管理	メンテナンスに優れた機械室・屋上機械室・設備メンテナンス計画	○ 1
	19 耐久性	100年間の利用を前提とした構造計画と更新性に優れた設備計画の実現	○ 2
	20 LCC	設計段階での試算と、様々な運用モードを持つ自動制御システムで最適化を支援	○ 2

3 「省エネ」ではなく「小エネ」: 本計画では計画特性を活かした自然エネルギーの有効活用による、「空調・設備に頼らなくても快適な環境が維持できる建築計画の実現」を目標とした、普遍性・持続性に優れた環境・設備計画を行いました。これは従来の「省エネ」とは異なり、根本的に消費エネルギー量を減らす「小エネ」で、災害発生時のBCP対策としても有効な手段と言えます。

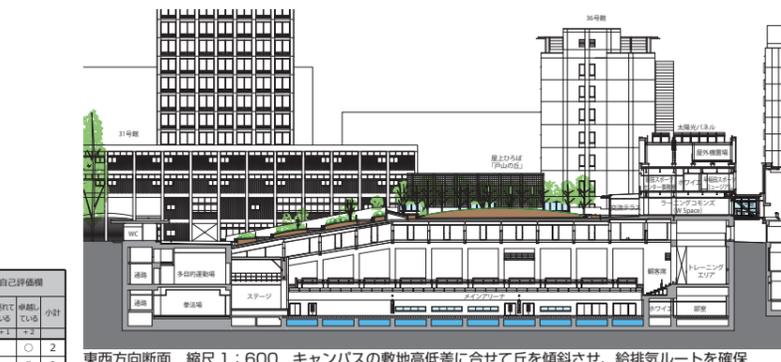


2 建物を大地で包む: 一般に多機能型スポーツアリーナは、施設機能上、低層・大平面となり、屋根・外壁から大きな熱影響を受けます。本計画ではメインアリーナの大半を大地に埋設すると共に、屋根を「第二の大地」で包むことで、外気や日射の影響を受けない安定的な環境を確保しました。

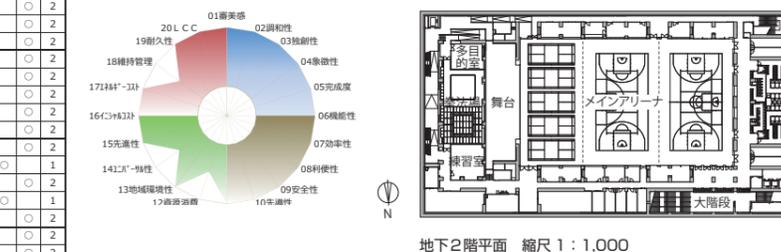
3 地中熱の状態を確認する: 地中熱利用に際しては、設計段階で観測井戸を設置し、取得可能な温度(年平均18℃)を確認しました。さらに敷地一帯は地下水位が高く、地中熱利用による周辺への影響が極めて少ない点や仮に建物側から放熱しても短時間で回復できることも確認しています。



地中熱温度と平均外気温の関係 (設計時の現地実測値) 地中熱は外気温と関係なく、18℃付近を推移している。



東西方向断面 縮尺1:600. キャンパスの敷地高低差に合わせて丘を傾斜させ、給排気ルートを確認。



地下2階平面 縮尺1:1,000

用途 : 大学
敷地面積 : 33,362.24㎡ (キャンパス全体)

建築面積 : 5,485.66㎡ (今回計画)
延床面積 : 14,028.37㎡ (今回計画)

建築率 : 49.11% (許容: 50%)
容積率 : 223.65% (許容: 316.10%)

階数 : 地下2階・地上4階
環境性能 : ZEB Ready 認証取得



計画の固有性を活かした
ゼロエネルギーアリーナ
ZEB Ready への挑戦

建物ボリュームの大半を地下に埋設、地表に「新たな交流・活動の拠点」となる第二の大地としての広場「戸山の丘」を構築。

4 「使われ方」を調べる: 多機能型スポーツアリーナは使われ方によって、エネルギー消費傾向が大きく異なります。私達は設計初期段階で年間の「使われ方調査」を実施し、その特性を把握しました。

本計画の場合、年間稼働日数のうち約90%は、「ケース1a・1b」の授業や部活に該当します。

スポーツの大会利用は12日/年程度で、この場合、地下1階の観客席に最大2,400人程度の観客(固定席1,800席)が入ります。(ケース2)

地下2階も観客席とし、5,000人以上を収容する式典・イベントは、卒業式・入学式・早稲田祭等が該当し、これらは10日/年ですが、いずれも春秋の中間期に開催されます。(ケース3・4)

ケース	利用形態	稼働日数	稼働時間	稼働率	観客数
ケース1a	授業利用 a (体育の授業や部活動での利用)	254日/年	10時間/日	0.6	100人
ケース1b	授業利用 b (スポーツ大会等の前夜の練習)	24日/年	10時間/日	0.6	100人
ケース2	スポーツ大会利用 (公式戦等)	12日/年	11時間/日	0.6	2,450人
ケース3	式典利用 (入学式・卒業式等)	4日/年	9時間/日	0.6	6,400人
ケース4	イベント利用	6日/年	9時間/日	-	5,400人

運用条件を上記のケースに照らし、稼働率は1日のうちの実際の稼働時間割合を示す。

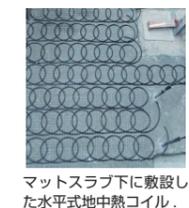
年間の「使われ方調査」: 約90%は同時利用人数100人程度の体育・部活利用、式典・イベントはすべて中間期に開催されるのが特徴。

5 「使われ方」を踏まえた設計・運用基準の見直し:

外部からの熱影響を受けにくい本計画では、換気に伴う外気導入時の熱が空調に大きな影響を与えます。一方、年間の約90%を占める「ケース1a・b」では利用人数が約100人と、空間の気積に対する人員が圧倒的に少なく、日中、換気を行わなくても空気質への影響はありません。

また、「ケース3・4」の式典・イベントが中間期に集中していることは大学施設の特徴と言えます。設備容量はこれらを前提に設定すると共に、夏期の大規模イベント開催等に備え、仮設空調・仮設ダクトの設置スペースを準備しています。

そこで、メインアリーナの換気はCO2濃度センサー制御とし、不要な外気導入を抑制しています。

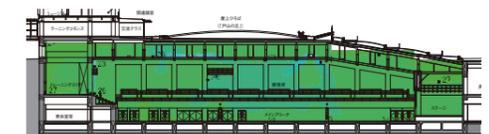


マットスラブ下に敷設した水平式地中熱コイル。

また、メインアリーナの室内温度は、運動施設であることを前提に、下限を身体への負担の少ない13℃、上限を熱中症にならない28℃に設定する等、設計基準や運用基準の見直しを図っています。

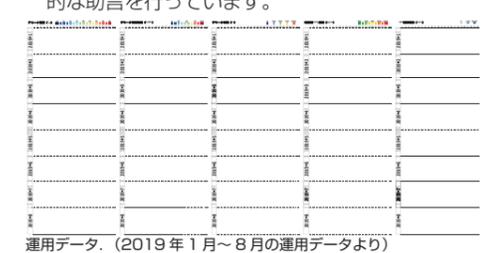
6 地中熱を直接的・間接的に利用する: 本計画ではメインアリーナのコンクリート躯体を蓄熱体とし、外周に断熱を行わず、地中熱を直接建物に取り込み、輻射熱で安定した環境を確保するとともに、イベント利用等に対応するため、地中熱を利用した空調・換気システムを構築しました。

地中熱の取得には水平式地中熱コイルをマットスラブ下に敷設し、これに蓄熱槽(非断熱でメインアリーナ床下に配置)を組み合わせることで、地中熱を直接的にも間接的(ヒートポンプ利用)にも利用できる仕組みとしました。取得した熱源水は空調機や外調機の冷水として利用しています。

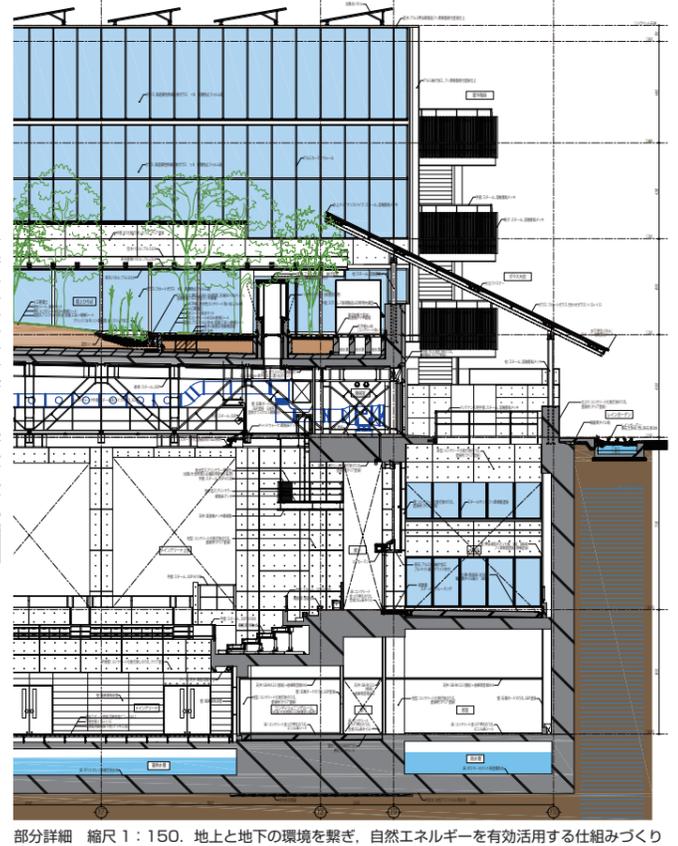


ケース3: 式典利用でのアリーナ空調シミュレーション。式典は中期に開催されるため、キャットウォークレベルのノズルから冷涼な外気を地下2階レベルのアリーナに均一に送風する計画。

7 竣工後の性能検証: 本計画では施設利用状況をリアルタイムに把握できるBEMSを導入し、田辺新一研究室と連携しながらBEMSデータの履歴を解析し、性能検証や最適運転制御に関する継続的な助言を行っています。



運用データ。(2019年1月~8月の運用データより)



部分詳細 縮尺1:150. 地上と地下の環境を繋ぎ、自然エネルギーを有効活用する仕組みづくり