

2022年度（第20回） 建築・住宅技術アイデアコンペ

提案タイトル	夏でも冬でもパッシブな快適性を実現する多機能ルーフのデザイン手法	
提案概要 (200字程度)	屋根や開口部における日射遮蔽デザインは、屋内外問わず、空間の温熱快適性に大きく影響を与える。快適性の面からは、夏場は高い日射遮蔽率、冬場は日射を多く取り込むデザインが求められる。このような要求を満たすために、太陽高度・太陽方位に応じて面積当たりの日射遮蔽率が変化する形状、および反射や輻射などの物性を満たす多機能ルーフを、最適化技術によりデザインする。	
提案ポイント	①新規性	従来の日射遮蔽物では通年で効率的に日射量を取り込もうとする場合、アクティブに遮蔽物の角度を制御する必要があったが、夏の日射遮蔽率を最大化し、冬は最小化する日射遮蔽物の形状を最適化解析技術で開発する試みには新規性がある。また、アクティブに制御する必要がなく電源不要で通年設置が可能な点でも、他の日射遮蔽技術と差別化される。
	②実用性	知的生産性の向上やビルの省エネルギー化にも効果が確認されている屋外空間の利活用は、新型コロナウイルス感染症流行を経て急速に普及しており、本技術は、公園等の公共空間、住宅のテラス、オフィス外壁、天然芝スタジアムなど、多岐にわたる屋外空間の快適性の向上に貢献できる。電源不要で通年設置が可能な点で、施工・維持コストが低い点もメリットである。
	③異業種関連度合	本アイデアは建設業界の一企業の研究では実現できるものではなく、その成果の汎用性も高く単独企業に止めるものではないと考える。製品開発段階で、樹脂材料メーカー、塗料メーカーとの協業が必須である。日射に関連する分野として、農業、営農型太陽光発電所、オイル産生藻類の培養法なども挙げられる。
	④建築や社会に対するインパクト	開発した多機能ルーフは、目的に応じて様々な材料・スケールで製作することが可能であり、コストメリットの認められる範囲であれば、戸建て住宅の窓格子からスタジアム屋根面まで幅広く展開可能である。本デザイン手法が確立することで、様々な目的に応じた最適デザインを得られるため、これまでにない性能・デザインの住宅や建築を生み出すことができる。

提案ポイントについて

① 新規性 :	「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
② 実用性 :	ご提案のアイデアが、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
③異業種関連度合 :	コンソーシアムの特徴として異業種連携による研究活動をうたっています。ご提案のアイデアが、研究活動における異業種関連度合について述べて下さい。
④建築や社会に対するインパクト :	生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究目標が達成され、成果が実用化された場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

※ こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。提案ポイント項目は審査評価基準に基づきます。

夏でも冬でもパッシブな快適性を実現する多機能ルーフのデザイン手法

【背景と目的】

昨今、時間と場所を自由に選択できる働き方 ABW(Activity-Based Working)の普及や、コロナウイルス感染症流行によるライフスタイル/ワークスタイルの変化などがきっかけとなり、屋外空間の利活用のニーズが社会的に発生している。

一方で、特にヒートアイランド現象のある都市部を中心として、暑熱環境の悪化が問題視されており、夏場の屋外空間利活用の障壁になっている。将来の気温予測シナリオのうち、最大限の温暖化対策を行う RCP2.6 シナリオにおいても、100 年後には平均 1.0℃上昇すると予測されている。すなわち、この暑熱環境の悪化は直ちに解決するものではなく、どのように付き合っていくかを考えるべき問題であると言える。

暑熱環境の悪化により、ワークスタイル/ライフスタイルの中で屋外空間を利活用する難易度は格段にあがり、屋外滞留空間のデザイン・実装には多くの課題が見られる。例えば「暑熱環境の緩和に重点を置くと、中間期は涼しすぎる」「アクティブな制御により夏場・中間期ともに快適な環境を実現しようとした場合、過大なエネルギー消費となる」などである。

そこで、パッシブな環境制御でありながら、季節によって性能が変化する特殊形状の屋根(以下、多機能ルーフ)を提案する。多機能ルーフは、日射・輻射・風速といった快適性に関わる要素のパッシブな制御による快適な屋外空間の創出を目的とするものである。このようなパッシブ環境制御が実現できれば、屋外対流空間のデザイン・実装における課題解決が図れ、暑熱環境下における屋外空間利活用のさらなる促進を実現できる。

本研究ではまず、①「多機能ルーフのデザイン技術の検証・調査」を行い、②「3D プリント技術を用いたプロトタイピング」を経て、③「製品化を見据えた実証試験」を行う。デザイン技術の検証・調査においては、樹脂材料メーカー、塗料メーカーなどと連携を取りながら、取りうるデザインの幅を可能な限り拡張し、多様なデザインの実現を目指す。また実証試験に向けては、一般製品として市場流通させることを念頭に、加工メーカー等と協業しながら施工性や大量生産の容易さを検討する。

本技術は、住宅や庭園などの小規模スケールから、高層建築物の壁面部やスタジアム等の大規模構造まで、さまざまなスケールに適用可能な技術であり、製品化することで技術のアウトリーチにもつながる。また、温熱快適性以外にも、農作物生育環境の最適化など多目的に活用可能な技術であり、建築・建設分野以外にも波及する潜在的な価値が高いものと考えている。

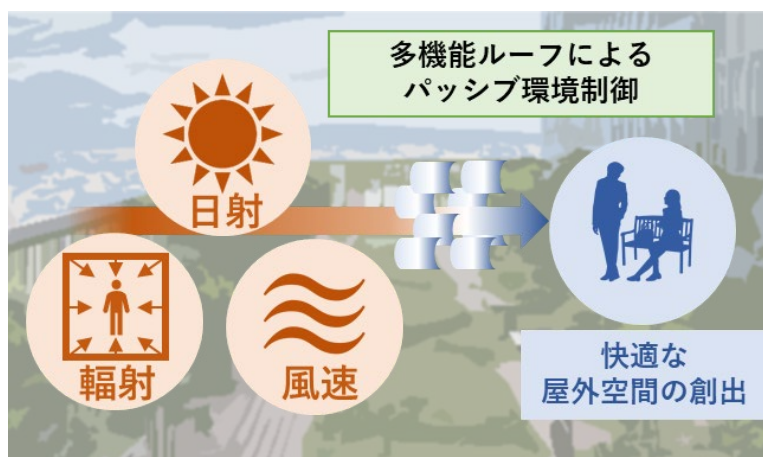


図 1. 快適性に関わる要素のパッシブ環境制御による快適な屋外空間の創出

【実施内容】

1. 多機能ループのデザイン技術の検証・調査

多機能ループによるパッシブ環境制御の実現性を検証するため、最適化と環境シミュレーションによる性能評価を行う。図 2 のように、多機能ループのデザインは、材料や形状パラメータの膨大な組み合わせパターンから探索する必要がある。また、デザインごとに環境シミュレーションを行い、要求性能を満たすかチェックする必要がある。本研究では、複数の探索戦略を同時に使い、設計空間を自己学習する最適化技術を採用することで、計算コストを最小限に抑えながらパフォーマンスの良いデザインを得ることが可能である。

最適化においては、その最適化パラメータの選択および定義が重要であり、性能とコストの指標定義を、材料・塗料・加工メーカー等と協業しながら策定していく必要がある。また、図 2 のような協業可能業種からのヒアリングを行い、追加の最適化パラメータや適用範囲の拡大について検討する。

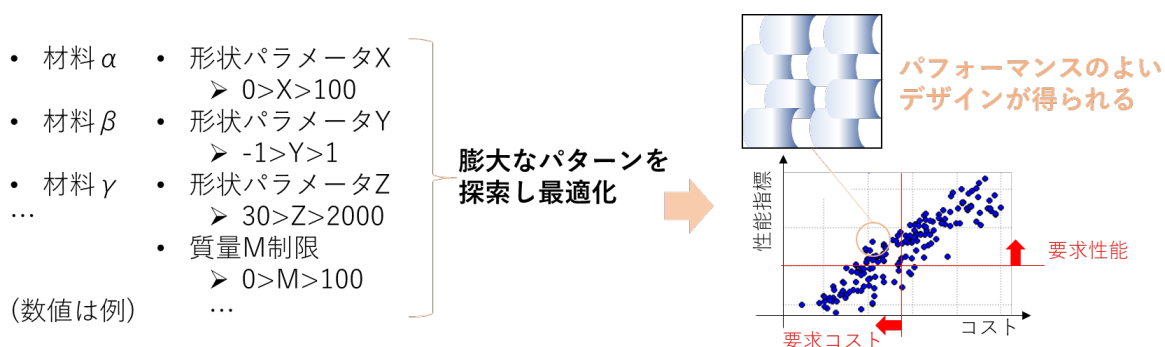


図 2. 多機能ループのデザイン技術概要



図 3. 多機能ループが展開可能な異業種・分野

2. 3D プリント技術を用いたプロトタイピング

最適化により得られた多機能ループのデザインはパレート解と呼ばれ、基本的に複数の解が得られることから、さらに絞り込みを行う。パレート解として得られた複数のデザインを 3D プリントにより成形し、小規模な屋根を実際に構築する。この屋根を用いて、環境シミュレーションで示された基本性能の確認と、被験者によるユーザビリティ評価を行う。ユーザビリティ評価では、景観に与える影響や、影のばらつき具合など、最適化時には気づかなかったパラメータが得られることを期待し、可能であれば最適化パラメータとしてフィードバックする。

また、建築時 CO2 排出量の削減に貢献するため、プロトタイピングにおいては再生プラスチックや生分解性プラスチック、CO2 固定材料などの環境に配慮した材料を主軸に検討する。

3. 製品化を見据えた実証試験

1 と 2 を繰り返す、十分な性能があると判断できたデザインについては、製品化を見据えた実証試験を実施する。実証試験は公共空間、特に公園を想定し、自治体とも連携を取りながら製品スペックの仕上げを行っていく。実証試験では環境制御性能や滞留する場としての評価のほか、耐候性や耐風性能といった耐久性を検証し、コストメリットを明らかにする。可能であれば試験的に小ロット生産を行い、生産体制に関する問題の洗い出しを行っていく。