

審査の結果の要旨

氏名 バウム ロバート

論文題目 Studies on light-transmissive photovoltaics (LTPV):
patterns of integration into architectural design

透光性の太陽光発電モジュールについての研究: 建築デザインへの展開の類型化

建築デザイン分野において、環境建築に対する意識は広く一般的に浸透しつつある。本研究はその代表的な技術のひとつである太陽光発電モジュールに着目し、その歴史の変遷を概観し、過去30年間に世界中で行われた広範な事例を元に、建築設計における太陽光発電モジュールの使用方法について整理・類型化を行った。全610の事例分析に加え、特に近年実用化が進んでいる透光性太陽光発電モジュール(以下 LTPV)の使用事例について詳細に分析を行っている。そこから主要な設計的条件・要素を抽出することで、LTPV を用いた建築設計における新たな可能性を明らかにしようとするものである。

本論文は全7章で構成されている。

第1章では、本論文の背景および研究の目的、既往研究と本研究の位置づけ、論文の構成を明らかにした。

第2章では、まず太陽光発電モジュールの技術的側面に着目し、それらの種類別に、その定義、性質、技術的革新性、形態、サイズ、材表面の質感や色、エネルギー効率等を比較考察しながら、分類を行った。

第3章では、第2章で見た太陽光発電モジュールの、建築への使用に焦点を絞って分析を行っている。技術的発展に伴う建築への使用方法の変化に着目し、時代ごとにその変遷を論じることで、建築産業における太陽光発電市場全体の歴史を網羅していると言える。また、本研究が主対象とするLTPV が市場に登場してから現代までの変化についても論じている。

第4章では、太陽光発電モジュールの事例を全610収集し分析を行った。分析の方法としては、国内外で広く出版されている出版物等から該当事例を収集し、資料集としての類型化を行った。それぞれの事例について国、地域、年代、適用ビルディングタイプ、設計等の項目について分類を行うことで、過去30年の建築における太陽光発電モジュールの使用傾向を広範な規模で明らかにすることができたと言ってよい。

またその中で近年特に実用化が進む LTPV に限定し全調査対象事例のうちヨーロッパ(75)、アメリカ(18)、アジア(17)、アフリカ(3)、オーストラリア(3)より合計116事例を抽出し、詳細な分析を行った。

第5章では、第4章で分類を行った事例について、6つのレベルでのマトリックスを作成し、分析・類型化を行った。このマトリックスは、一般に行われる構成要素の分析に加え、それら要素の配列パターンも同時に分析していることが、特にセルという構成要素の反復パターンという構成の太陽光発電モジュールの分析にとって有用な方法でもある。またこのマトリックスより設計プロセスにおいて利用できるキーパラメーターを抽出することで、実際の設計のガイドとしても働くことを目指して作成されている。

そのマトリックスは、レベル1 ”SOLAR CELL”、レベル2 ”CELL-GROUP FORM”、レベル3 ”SOLAR PANEL”、レベル4”PANEL-GROUP FORM”、レベル5 ”BUILT FORM”、レベル6 ”URBAN/LANDSCAPE FORM”の6レベルで構成されている。それらによって LTPV の技術的な限界と、それらの建築への使用実例との関係性が網羅されていると言ってよく、同時に現行の LTPV の使用のされ方に関する傾向を明らかにしている。

第6章では、太陽光発電モジュール及び LTPV の技術を建築への現代的な応用を模索するために、その配置パターンの展開による様々なデザインの可能性についてのケーススタディを行った。特にパラメトリックなパターン生成手法を応用したより自由なガラス壁面のデザインの提案や、都市空間における道路面や広場の舗装デザインへの応用等の提案を通じ、従来の使用方法にとらわれない新たな可能性を示唆している。

第7章では、以上をまとめ、建築における太陽光発電モジュールの使用手法と、その機能・デザイン性における今後の展開についての提言を行うことで、これからの建築デザインにおける LTPV のありかたを展望した。また最後に、本論文で対象として扱っている、現行のセルによるシステムを超えた、将来の技術革新や産業転換も視野に入れた考察を加えている。

以上のように本論文は、広範な事例収集により LTPV の様々な利用類型を明らかにしたことがまず評価される。それに加えて各レベルでの技術的限界を理解した上でのデザインへの応用可能性が示されている点、特にそれらが設計段階で設計者に有用なマトリックスとして示されていることがデザインに対する実用性を高めており、本論文独自の視点であると認められること等から、本研究には大きな意義があると判断された。

このような理由から本論文は、今後の建築デザイン分野における、環境建築の方向性を示唆する研究として、建築学の発展に大きな寄与となり得るものである。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。