

# 太陽光発電の建築物への設置に関する研究

## Study on Installation of Photovoltaic Systems to Buildings

学籍番号 096752  
氏名 坂下 拓弥 (Sakashita, Takuya)  
指導教員 清家 剛 准教授

### 1.背景と目的

#### 1.1 背景

近年再生可能エネルギーの一つとして太陽光発電 (photovoltaic:以下 PV) が注目されており、建築物へも PV の設置が多く行われるようになった。しかし、その設計施工のあり方には未だ曖昧な部分も多い。そのため、全ての設置事例が安全性や意匠性等の面から見て必ずしも良いものとは言い切れないのが現状である。

質の低い PV 設置が増えれば社会的なイメージが低下し、PV 普及の妨げにもなりうる。今後も環境負荷低減のために建築物への PV の普及を進めていくためには人々が安心して導入できる質の高い設置を行う必要である。

#### 1.2 目的

本研究の目的は建築物に PV が設置された事例と PV の設置関係者に対する調査を通して、建築物への質の高い PV 設置は、設置関係者のどのような取り組みによって実現するかを明らかにすることである。

#### 1.3 研究の対象と方法

##### 1.3.1 研究対象

まず、公共産業用建物への PV 設置事例への調査を行った。調査対象一覧を表 1 に示す。次に設計者や施工業者など PV の設置に関わる設置関係者へのヒアリング調査を行った。調査対象を表 2 に示す。

(設置事例調査対象には NEDO による太陽光発電フィールド事業に関するガイドライン作成のための調査先も含む)

##### 1.3.2 対象とする関係者の定義

PV 設置に関わる以下の関係者を設置関係者と定義する。定義は以下の通りである。

- ・ **施主** : PV の設置工事の施主
- ・ **建築設計者** **建築施工者** : PV 設置においてパネルの配置や建物との接合部などの建物に関

わる部分の設計者と施工者を指す。

・ **電気設計者** **電気施工者** : PV 設置の設計において配線や電気設備の設計などの電氣的な部分の設計者と施工者を指す。

・ **建築系メーカー** : PV の架台やフレームなど、PV と建物の構造的・意匠的なつなぎ目となる部分を製造するメーカーを指す。

・ **電気系メーカー** : PV やパワコンなどを製造するメーカーを指す。特に PV そのものを製造するメーカーを PV メーカーと呼ぶ。

#### 1.3.2 研究方法

2 章で設置事例への調査を通して PV 設置において配慮すべきポイントを明らかにし、3 章では設置関係者の工夫や苦勞をしているポイントを明らかにする。4 章では 3 章と 4 章で示したポイントの相関を示し、5 章では質の高い PV 設置はいかに実現出来るかを明らかにする。

### 2.事例調査:PV 設置で配慮すべきポイント

#### 2.1 設置における配慮

一般的な PV 設置のプロセスは、時系列で大まかに分けて (1) 発注前の検討段階 (2) 設計を行う段階 (3) 設置工事の段階 (4) 設置後の維持管理、という 4 段階に分けられる。本章では設置事例調査を通して以上の各段階において工夫や苦勞がなされているなど、設置において配慮すべきポイントを示す。

##### 2.1.1 発注

**設置可否の判定** : PV を設置する建築物には荷重がかかり、それに建築物が耐えられるかどうか事前に構造計算などによる確認が必要である。  
**コスト** : 多くの事例において、補助金制度の利用やコストダウンへの配慮がなされている。

##### 2.1.2 設計

**構造** : 建築物へ PV を積載荷重による影響を少なくするための配慮がなされている。

表 1 設置事例調査対象

事例名	設置場所	新築/既存	設置方式	設置部位	建物用途	事例名	設置場所	新築/既存	設置方式	設置部位	建物用途
事例1	神奈川県	既存	屋根架台	屋根	工場	事例12	熊本県	既存	屋上架台	屋上	事務所
事例2	大阪府	既存	屋根架台	屋根	ホテル	事例13	福岡県	既存	屋上架台	屋上	学校
事例3	長野県	既存	屋根架台	屋根	工場	事例14	東京都	新築	壁架台	壁	店舗
事例4	福島県	既存	屋根架台	屋根	倉庫	事例15	兵庫県	新築	建材一体	庇	工場
事例5	千葉県	既存	屋根架台	屋根	工場	事例16	大阪府	新築	建材一体	屋根	学校
事例6	宮崎県	既存	屋上架台	屋上	店舗・工場	事例17	神奈川県	既存	建材一体	屋根	歩道橋
事例7	埼玉県	新築	屋上架台	混在	店舗	事例18	奈良県	既存	建材一体	屋根	工場
事例8	神奈川県	新築	屋上架台	屋上	事務所	事例19	大阪府	既存	建材一体	屋根	事務所
事例9	神奈川県	新築	屋上架台	屋上	工場	事例20	岐阜県	既存	地上架台	地上	工場
事例10	三重県	混在	混在	混在	工場	事例21	福岡県	既存	地上架台	地上	地上設置
事例11	愛知県	既存	混在	混在	工場	事例22	神奈川県	既存	地上架台	地上	工場

表 2 関係者ヒアリング調査対象

事例名	業種	主に関わる範囲	設置対象建物
N社	設計事務所	建築・電気設計	公共産業用
G社	架台メーカー	建築設計 架台設計製作	公共産業用 住宅
A社	架台メーカー	建築設計 架台設計製作	公共産業用
ND社	電機メーカー	電気設計 電気設備設計製作	公共産業用
S社	建設会社	建築設計施工	公共産業用
K社	架台メーカー	建築設計 架台設計製作	公共産業用
SU社	ハウスメーカー	設計施工全般	住宅
D社	ハウスメーカー	設計施工全般	住宅
SI社	ハウスメーカー	設計施工全般	住宅
NE社	電気工事業者	設計施工全般	公共産業用 住宅



タイプで用意された製品や工法を用いることで設計や施工をシステマチックに行ない簡略化する設置プロセスである。自社の建物の型式が一定の基準を満たしたものであれば構造計算を省略し設置可能と判断していた。

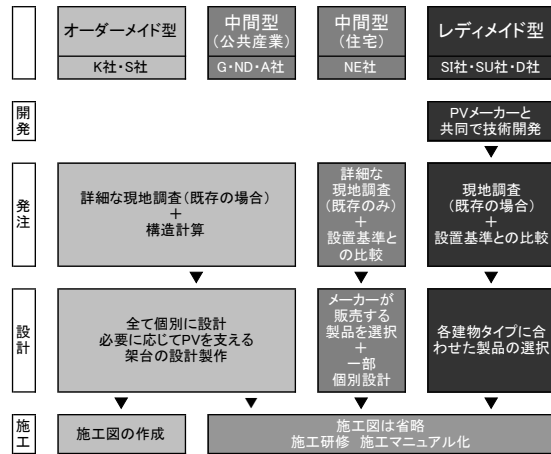


図2 タイプ別の設置プロセス

### 3.1.7 既存ノウハウの活用

カーテンウォールメーカーやガラスメーカーが、これまでの建材を製造するノウハウを活かして意匠性を重視したPVの架台や建材一体型PVを製造している。

## 4.分析

### 4.1 配慮すべきポイントの分類

2章で示した設置において配慮すべきポイントと3章で示した業者の取り組みにおけるポイントの関係を設置の段階ごとに考察した。(表4)

表4 配慮すべき事項の相関

【●】が付いている箇所は、設置に設置において配慮すべき点に対して設置関係者の取り組みが関係する部分。		設置において配慮すべき点									
		設置可否の判断	設置コスト	構造への配慮	防水への配慮	電気システム	意匠性への配慮	副次的な効果	施工	設置後の維持管理	
											発注
設置関係者の取組	横の関係性— 関係者間の連携 について	建築電気設計者の連携				●	●	●	●	●	●
		PVメーカーとの連携				●	●	●	●	●	●
		設計施工の連携									●
縦の流れ 設置プロセスに ついて	オーダーメイド型の設計施工 レディメイド型の設計施工 既存ノウハウの活用	オーダーメイド型の設計施工	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		レディメイド型の設計施工	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		既存ノウハウの活用	●	●	●	●	●	●	●	●	●

## 4.2 各段階のまとめ

### 4.2.1 発注

#### 設置可否の判定

オーダーメイド型・中間型(公共産業)では建物の調査と構造計算などを行い、手間をかけて設置可否を判断する。中間型(住宅)では現地調査とPVメーカーによる設置基準の比較だけで良いが、調査のレベルには差があることも分かった。レディメイド型では自社製の住宅の型式で性能を確認し、設置可否が判断できる。

#### コスト

オーダーメイド型・中間型(公共産業)は図面等作成の手間がかかり、コストは高くなる。

中間型(住宅)・レディメイド型では設計図や施工図作成の作業が省略でき、取り付ける製品も大量生産できるためコストが削減されている。

### 4.2.2 設計

#### 構造

オーダーメイド型・中間型(公共産業)の場合は電気事業者が主体の場合であっても建築専門の業者が構造計算を行い構造に影響を与えないよう確認した上で設置を行っている。一方で中間型(住宅)はPVメーカーによる設置基準の範囲内であれば、どの建物にも構造計算を行わず設置を行う。しかしこの基準は接合部以外の建物構造への影響についてはまでは考慮されておらず、今後建築構造上の問題に繋がる可能性もある。レディメイド型の場合はハウスメーカーとPVメーカーと連携して住宅の仕様や構造的に問題ない商品を開発している。

#### 防水

オーダーメイド型・中間型(公共産業)の場合はPVと屋根の接合部の設計が必要だが、接合部の防水に関する知識が少ない電気設計者が単独で設計を行い、トラブルとなるケースの存在が問題視されていた。

また、壁設置の工法については建築専門業者であっても知識を持つ者自体がまだ少ない。

中間型(住宅)・レディメイド型の場合は住宅の屋根の種類に合わせてPVメーカーが用意した取り付け工法を選択して設置を行う。特にハウスメーカーはPVメーカーと連携し自社製住宅の屋根防水に配慮した商品の開発を行い、安全性を確保している。

#### 電気システム

オーダーメイド型・中間型(公共産業)の場合は、電気設備に詳しくない建築設計者が単独で電気システムの設計を行おうとすると配線や電気の扱い方を誤りトラブルとなる問題点が挙げられた。中間型(住宅)・レディメイド型の場合はPVメーカーによってパッケージ化された電気システム設計を用いるため、設計上の問題が起りにくいよう配慮されている。

#### 意匠性

オーダーメイド型・中間型(公共産業)の場合自由なデザインが可能であり、設計者とデザインに関するノウハウを持つ建材メーカーが連携し、意匠性を重視したPVを製作しているケースも見られた。

建築設計者は意匠性を重視する一方で、電気設計者は発電容量やメンテナンス性を重視する。そのため設計段階で両者の意見がすれ違い調整が難航することがある。

中間型(住宅)の場合、PVメーカー製の商品から選択するため、デザインの自由度は低い。

レディメイド型の場合、ハウスメーカー製住宅の場合はあらかじめ屋根タイプ別にそれぞれ

に意匠的に合った PV を PV メーカーと連携して開発し、意匠性の向上を図っている。

#### 副次的効果

設置に関わる業者が持っている PV 以外の既存のノウハウを組み合わせによって、PV の多目的な利用や PV 設置と屋根改修を併せた提案を行いより高い導入効果を目指している。

### 4.3 施工段階

#### 施工性

オーダーメイド型の場合は架台も個別設計となり施工方法もそれぞれ異なるため、建築施工者の PV 施工経験が施工品質を左右する。

設計者がパネルの取付け順や屋上での運搬のしやすさなど施工性を意識して設計することで、施工性を高めようとしている事例も見られた。

中間型（公共産業）・中間型（住宅）・レディメイド型では施工は PV や架台メーカーが製作したマニュアルと研修により施工の品質を一定以上のレベルに保とうとしている。しかし、施工経験による施工品質の差は生じている。

### 4.4 維持管理

#### メンテナンス性

建材メーカーや設計者と PV メーカーの連携不足により、屋根材一体型 PV が電気設備としてのメンテナンス性に十分配慮されなかったため、故障に対応できない問題が発生していた。

### 5.まとめ

本研究では質の高い PV 設置を行うために配慮すべきポイントを明らかにした。

質の高い PV 設置を実現するためには、「プロセスのシステム化」、「各段階での関係者間の連携」が重要であることが分かった。

#### 5.1 プロセスのシステム化

設置プロセスの各段階でシステム化が行われていた。これにより設計図作成などの手間を省きコストダウンするとともにマニュアル化や部品の共通化による品質の安定が図られていた。

住宅向け PV の設置はシステム化が進んでいるが、建物ごとに状況が異なる公共産業用建物

ではシステム化は進まずコストの高さに繋がっている。しかし、公共産業用の中でも一部では施工のマニュアル化が行われている。今後さらに多様な条件に対応できる架台や PV が開発されれば設計プロセスのシステム化も可能であり、コストダウンや品質の安定化が実現できると考えられる。ただし、高い意匠性の求められる建物や建物の劣化への対応など、個別設計だからこそ解決できる課題が存在することも明らかになった。

### 5.2 関係者間の連携

#### 建築電気設計者の連携

建築設計者は構造、防水、意匠性などを重視するが、電気設計者は発電量や電気設備としてのメンテナンス性を重視する。そのためどちらか片方だけで設計を行うと偏った設計になりトラブルになることが分かった。両者で話し合いや互いの分野についての知識をもつことで両者の要望を満足する設計が可能となる。

#### PV メーカーとの連携

プロセスのシステム化を行うためには PV メーカーと連携して製品開発やマニュアルの作成、施工業者への研修を行う必要がある。また、意匠性やメンテナンス性の高さなど、より使用しやすい PV の開発が求められる。

一方で PV メーカーと連携し接合部以外の建物構造への影響についてまで考慮された設置基準づくりも必要性も明らかになった。

#### 設計施工の連携

設計者が施工を意識した設計を行うことで施工性を上げることが出来ることが分かった。

### 5.3 既存のノウハウの活用

建材メーカーや建設業者がこれまで培ってきたノウハウを生かし、意匠性を求めた PV の製作や防水工事を兼ねた工法などの開発を行うことで PV 設置の範囲を広げることが可能となる。

参考資料：太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン設計施工・システム編 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

表5 質の高いPV設置のために配慮すべきポイント

	オーダーメイド型	中間型(公共産業用)	中間型(住宅)	レディメイド型
発注	メーカーとの連携+システム化 設計施工のシステム化、製品の規格化によるコストダウン		メーカーとの連携 建物の現地調査のマニュアル化	
設計	建築電気設計者の連携 防水と意匠性は建築設計者、電気システム設計では電気設計者の専門知識が必要 業界全体での知識の共有 防水や設置工法などの知識をよりオープンにする		PVメーカーとの連携 意匠性に配慮した商品の開発 構造への影響まで意識した設置基準づくり	PVメーカーとの連携 自社の住宅にあった構造、防水、意匠性を持つ商品の開発
	既存のノウハウの活用 設計者とメーカーが既存のノウハウを生かし、意匠性や副次的な効果を得られるPVの設計製造を行なう。			
施工	設計施工の連携 施工性の向上 メーカーとの連携 施工研修制度 施工の部分的なマニュアル化 施工品質の安定	設計施工の連携 施工性の向上 PVメーカーとの連携 施工経験を評価する制度	PVメーカーとの連携 施工経験を評価する制度	
維持管理	PVメーカーとの連携によりメンテナンス性の高い製品の開発			