

2024年度NEDO再生可能エネルギー一部成果報告会 プログラムNo.13

契約件名 太陽光発電主力電源化推進技術開発/
太陽光発電の長期安定電源化技術開発/
安全性・信頼性確保技術開発(建物設置形態太陽光発電設備の設
計・施工ガイドラインの策定)

発表日：2024年12月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 大関崇

(国研)産業技術総合研究所国立研究開発法人、(一社)構造耐力評価機構、
大成建設(株)、(一社)太陽光発電協会、再委託:大阪公立大学

問い合わせ先 (国研)産業技術総合研究所 E-mail: takashi.oozeki@aist.go.jp

1. 目的

今後の導入拡大が想定される、建物設置の太陽光発電設備の安全性確保のための設計・施工ガイドラインの策定を目的とする。

2. 期間

2023/4 ~ 2025/3

3. 目標(中間・最終)

2023年度末には非住宅に関する設計・施工の内容を中心としたガイドラインの骨子の暫定版を策定し、2024年度末に住宅用も含めた建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインを策定する。

4. 成果・進捗概要

2024年度版ガイドラインを策定・公開。実証実験を踏まえた改訂版を策定中。

背景・目的

- 建物設置については、2030年度におけるエネルギー需給の見通しにおいて追加的な導入が期待されており、民間企業による自家消費型の推進として各種建物として10GW、公共設備として6GW、空港分野において2.3GW、新築住宅として3.5GW程度が想定されている。
- これまでに、建物設置においても飛散事故などが散見されている。その背景には、これらの設備の設計・施工に関する知見が極めて少ないこと、ガイドライン等のオーソライズされた資料が整備されていないことにあると考えられる。
- このような背景のもの、今後の導入拡大が措定される、建物設置の太陽光発電設備の安全性確保のための設計・施工ガイドラインの策定を行った。



出典:ガイドライン事事故事例から抜粋

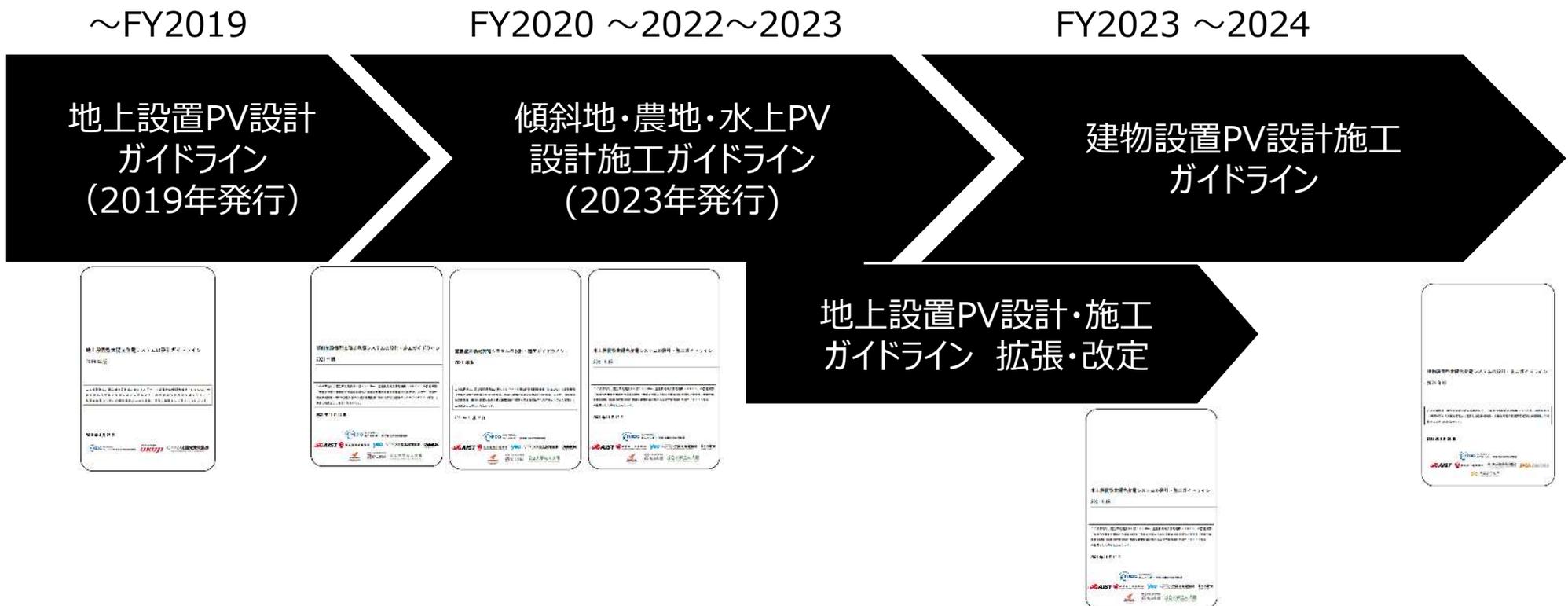
2030年エネルギーミックスの導入見通し

区分	①現時点 導入量	②FIT既認定 未稼働の稼働	③新規認定分の稼働		合計 (=①+②+③)		H27策定時
			努力継続	政策強化	努力継続	政策強化	
地上	41.3GW	17.2GW	4.8GW		63.3GW		
屋根	14.5GW	0.8GW	9GW	26.2GW	24.3GW	100.0GW	
合計	55.8GW (690億kWh)	18.0GW (225億kWh)	13.8GW (172億kWh)	26.2GW (326億kWh)	87.6GW (1,090億kWh)	100.0GW (1,244億kWh)	64GW (749億kWh)

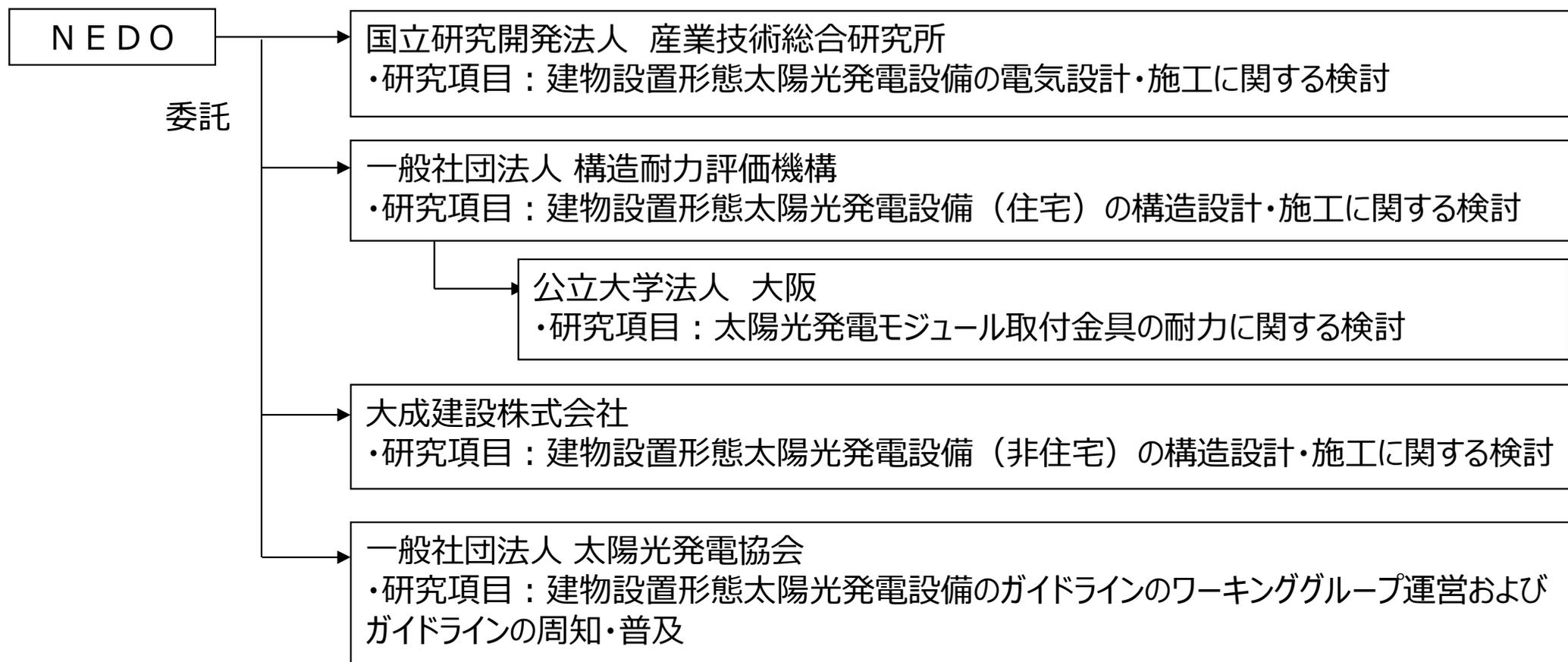
出典:METI

背景・目的

- 地上設置の構造設計ガイドラインを策定し、その後、それをベースに特殊な設置形態（傾斜地、農地、水上）のPVの電気・構造の設計・施工ガイドラインを策定。
- 地上設置設計・施工ガイドラインを改訂。施工部分、電気設計部分を追加。
- 建物設置に関するガイドライン作成を2023年から実施。



実施体制、概要



実施内容概要および目標

- ガイドラインの基本的な構成や、設計・施工項目については、既存のガイドラインであるNEDO委託事業で策定された「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン2019年版」「傾斜地設置型、営農型及び水上設置型の太陽光発電システムの設計・施工ガイドラインについて（2021年版）」を参考とし、基本項目は文献調査、有識者等へのヒアリングにより作成し、一部知見が不足している部分は実証実験を行うことで、ガイドラインを策定。
 - － ①建物設置型太陽光発電設備の電気設計・施工に関する検討（産業技術総合研究所）
 - － ②建物設置型太陽光発電設備（住宅）の構造設計・施工に関する検討（構造耐力評価機構）
 - － ③建物設置型太陽光発電設備（非住宅）の構造設計・施工に関する検討（大成建設）
 - － ④建物設置型太陽光発電設備のガイドラインのワーキンググループ（太陽光発電協会）
 - － ⑤建物設置型太陽光発電設備のガイドラインの周知・普及（太陽光発電協会）
- 2023年度末には非住宅に関する設計・施工ガイドラインの骨子を中心とした内容の暫定版を策定、2024年度末に住宅用も含めた建物設置型太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインを策定する。

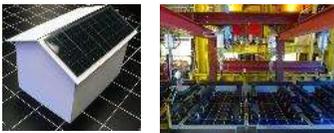
実施内容概要および目標

2023年度

2024年度

暫定版公開

改定版：実証実験結果をふくむ

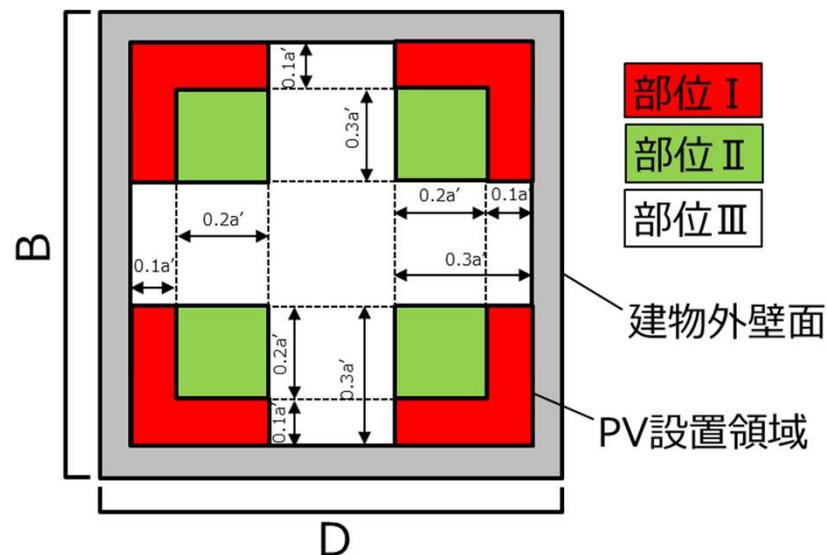
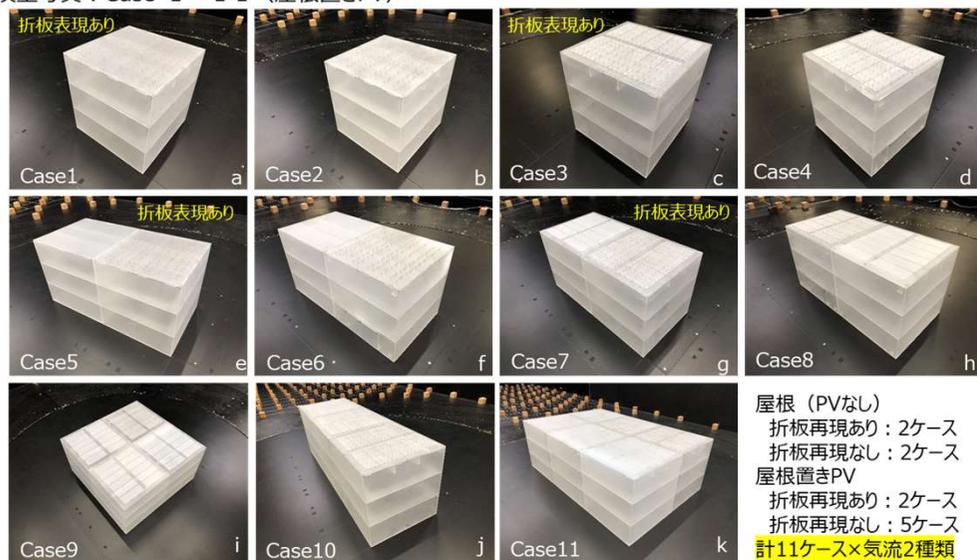
<p>非住宅</p>	<p>構造 大成建設</p> <p>電気 AIST</p>	<ul style="list-style-type: none"> 文献調査・ヒアリングにより項目抽出、基本事項の策定 陸屋根を対象とした風洞実験 <ul style="list-style-type: none"> 文献調査・ヒアリングにより、項目抽出、基本事項の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ヒアリング等により具体的な設計・施工項目を策定 勾配屋根の風洞実験  <ul style="list-style-type: none"> ヒアリング等により具体的な設計・施工項目を策定
<p>住宅</p>	<p>構造 SPEI</p> <p>電気 AIST</p>	<ul style="list-style-type: none"> 文献調査・ヒアリングにより項目抽出 端部の風洞実験、載荷試験  <ul style="list-style-type: none"> 文献調査・ヒアリングにより項目抽出 	<ul style="list-style-type: none"> ヒアリング等により具体的な設計・施工項目を策定 <ul style="list-style-type: none"> ヒアリング等により具体的な設計・施工項目を策定
<p>WG 周知・普及</p>	<p>JPEA</p>	<ul style="list-style-type: none"> 3回のWG開催 	<ul style="list-style-type: none"> 4回のWG開催、セミナーの実施



工場・倉庫（非住宅）を対象とした風圧実験

- 非住宅建物の風荷重の設計検討のため、工場等を対象とした屋根設置型と壁面設置型PVの風圧実験を実施（全43ケース）。
- 建物のアスペクト比、部位別の評価。
- 実験条件
 - 縮尺率：1/100
 - 地表面粗度区分：2種類（Ⅱ，Ⅲ）
 - 測定点数：PV上面180点～270点，PV下面180点～270点，合計360点～540点
 - 建物高さ：実大30m
 - 平面形状：5種類（B:D=1:1, 1:2, 1:3, 2:3）
 - 屋根端部からPVまでの距離：実大2m

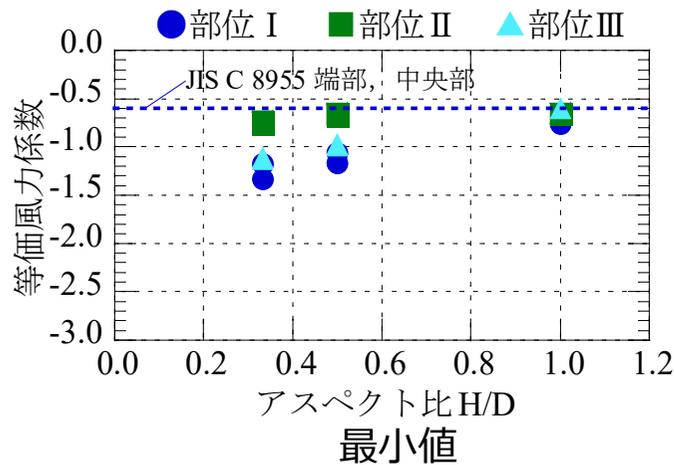
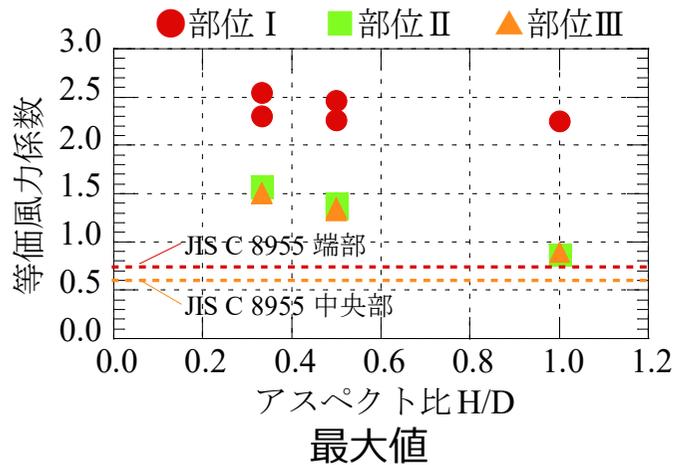
模型写真：Case 1～11（屋根置きPV）



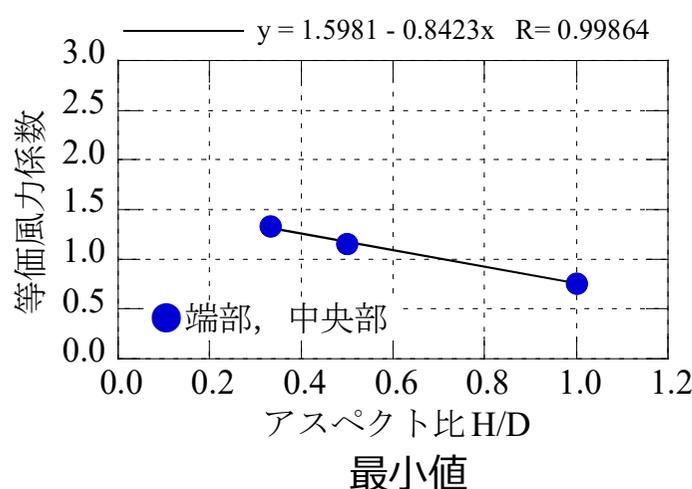
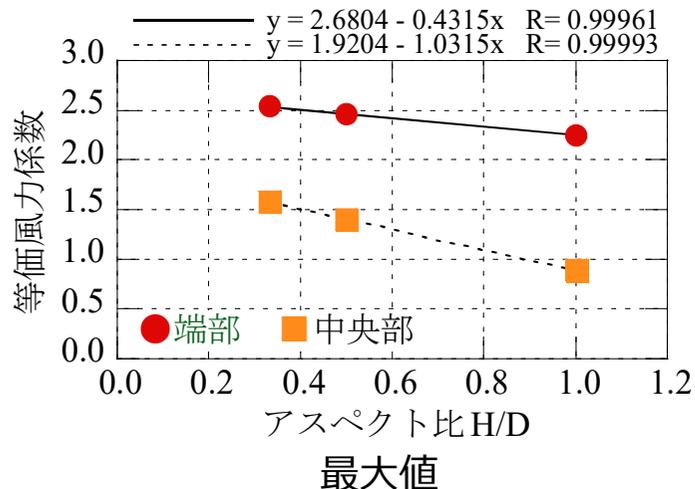
a' : 平面の短辺の長さ (B) と建物の高さ (H) の2倍のうちいずれか小さな数値 (30を超えるときは、30とする。) (単位 m)

工場・倉庫（非住宅）を対象とした風圧実験

- 最大値、最小値共にアスペクト比H/Dが小さくなるほど絶対値が大きくなる傾向。
- アスペクト比H/Dが1.0の場合、実験で得られた等価風力係数とJISの風力係数は、最大値の部位 I を除き大きな差は見られないが、アスペクト比H/Dが小さくなるほど差が大きくなる傾向。



B: 建物平面の短辺の長さ
D: 建物平面の長辺の長さ
H: 建物高さ



最大値（順風）
部位 I を端部
部位 II, 部位 III を中央部

最小値（逆風）
部位分けなし

等価風力係数②のアスペクト比H/Dによる変化

※フラット屋根のみで検討した結果

工場・倉庫（非住宅）を対象とした風圧実験

- 実験結果を陸屋根設置型太陽電池モジュールの風力係数をガイドラインに反映。

ガイドラインでの屋根設置型太陽電池モジュールの風力係数の提案値

順風（正圧）の場合

端部モジュール $C_a = 2.68 - 0.43H/B$ (7.3)

中央部モジュール .. $C_a = 1.92 - 1.03 H/B$ (7.4)

逆風（負圧）の場合

端部モジュール，中央部モジュール
..... $C_a = 1.60 - 0.84 H/B$ (7.5)

ここで、

H ：建物の高さ(m)

B ：建物平面の長辺の長さ(m)

ただし、この設計用風力係数の適用範囲は次の通りである。

- ・建物の高さ：30m程度
- ・アレイの寸法：4m×12m（モジュール間の隙間なし）程度
- ・アレイ面の傾斜角度：0度（水勾配程度の屋根面と平行）
- ・アレイの高さ：屋根面から0.3m程度
- ・アレイ間の隙間：0.4m程度
- ・通路幅：2m、4m
- ・屋根端部からの離隔距離：2m
- ・アスペクト比（建物高さ／建物平面の長辺）：0.33～1.0まで
- ・辺長比（建物平面の長辺／短辺）：1.0～3.0まで

また、端部モジュールと中央部モジュールの範囲は図7-1の範囲とする。

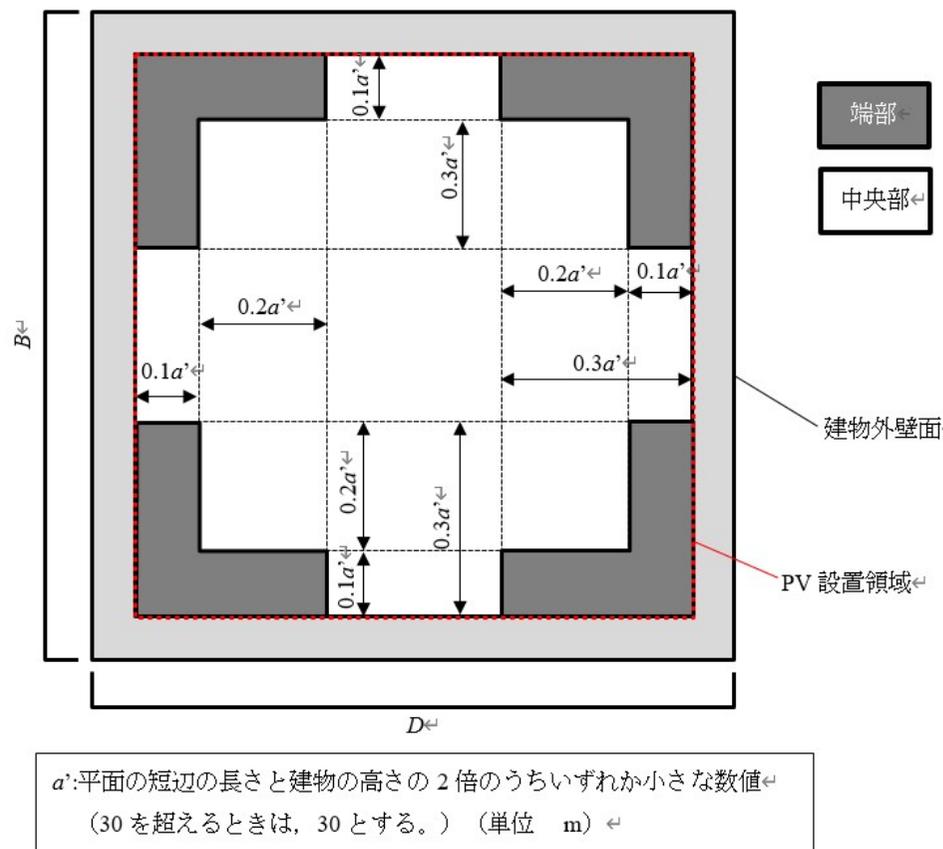
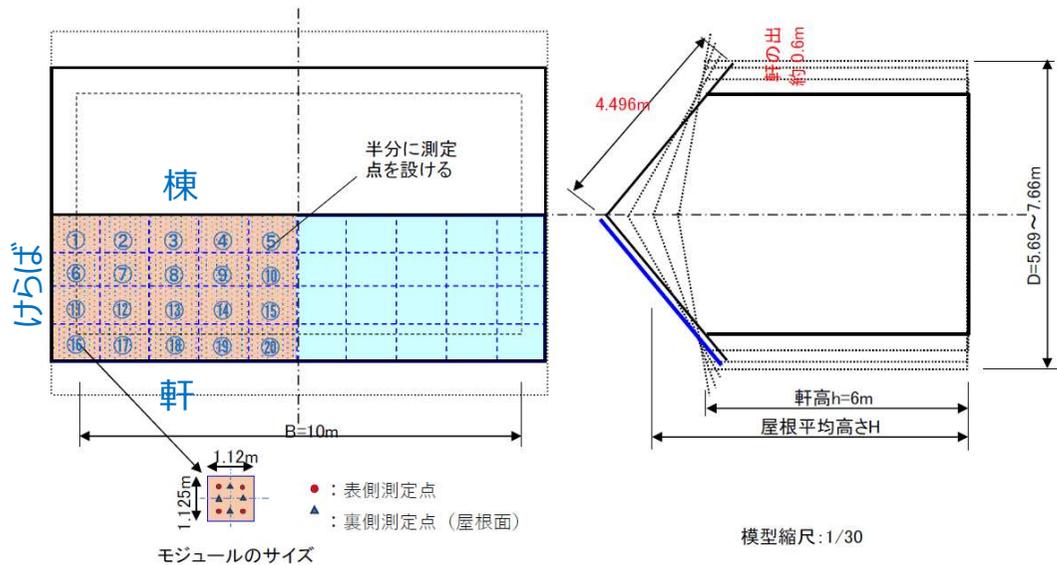


図7-1 端部モジュールと中央部モジュールの領域

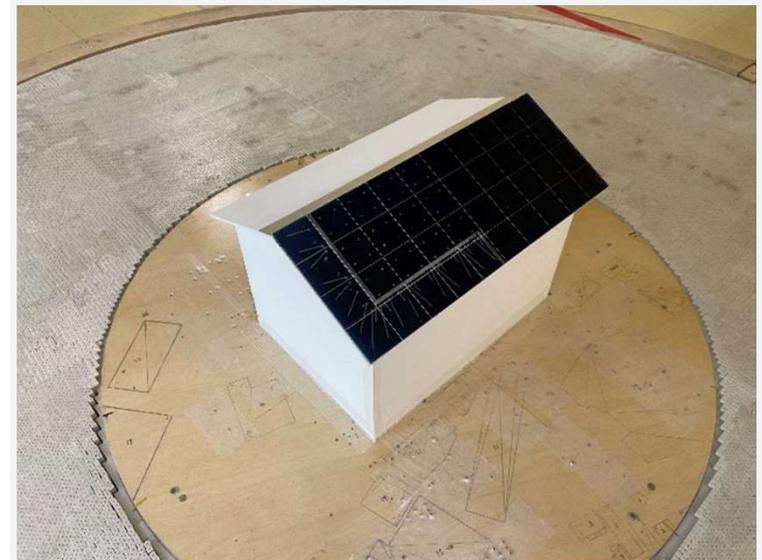
住宅屋根PVの風洞実験

- 住宅屋根端部まで太陽光発電設備を設置した場合の風洞実験を実施。
- 実証実験条件
 - 切妻屋根をもつ住宅
 - 屋根勾配は10、20、24.2（4.5寸勾配）、30、40°
 - 太陽電池モジュールを屋根端部まで配置
 - 風圧測定点はモジュール上面80点、下面80点
 - 実験気流は地表面粗度区分Ⅱの乱れ強さをもつ乱流



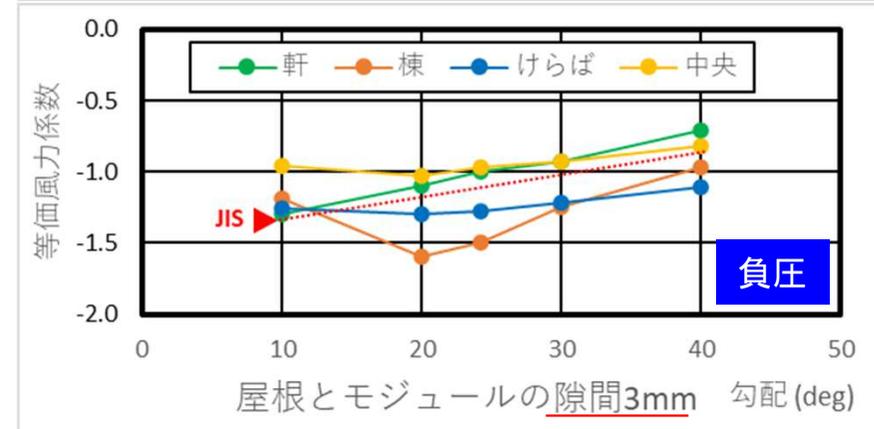
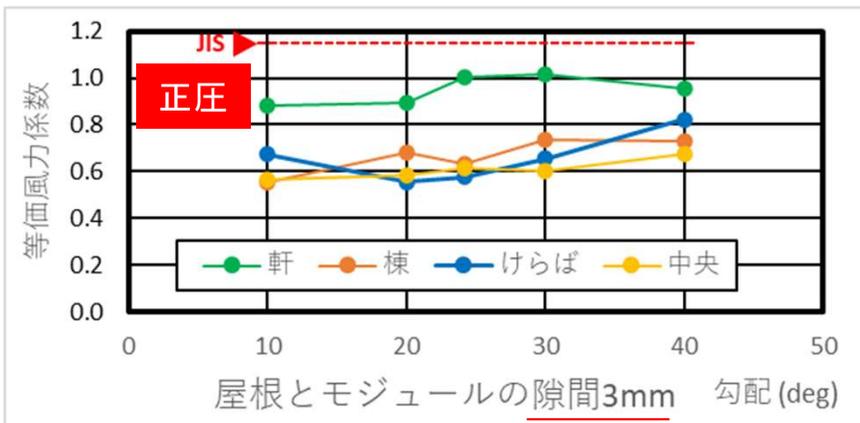
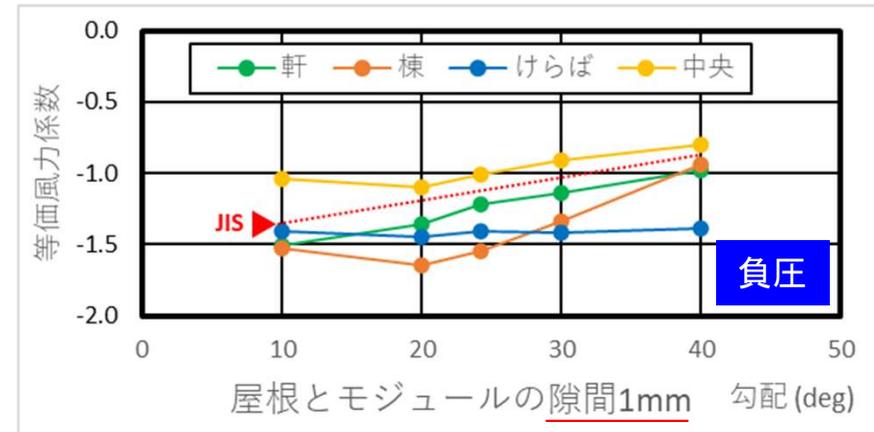
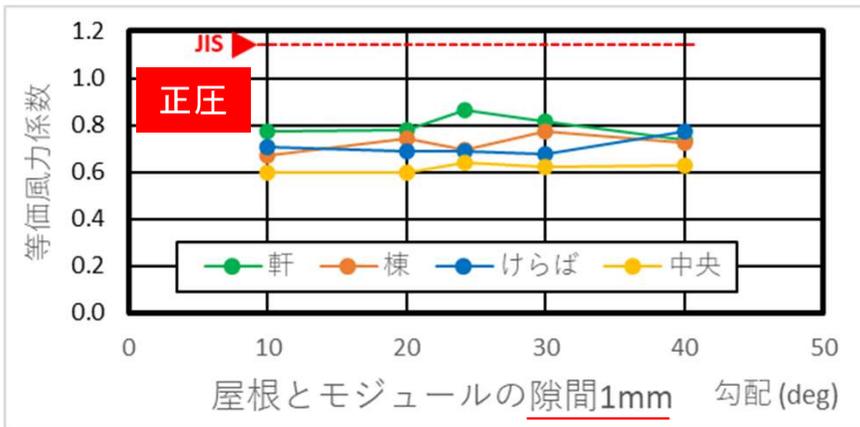
勾配 β (deg)	幅 B (m)	奥行き D (m)	軒高 h (m)	屋根平均高さ H (m)
10	10.00	7.66	6.00	6.31
20	10.00	7.25	6.00	6.64
24.2	10.00	7.00	6.00	6.79
30	10.00	6.59	6.00	7.01
40	10.00	5.69	6.00	7.47

← (4.5寸勾配)



住宅屋根PVの風洞実験

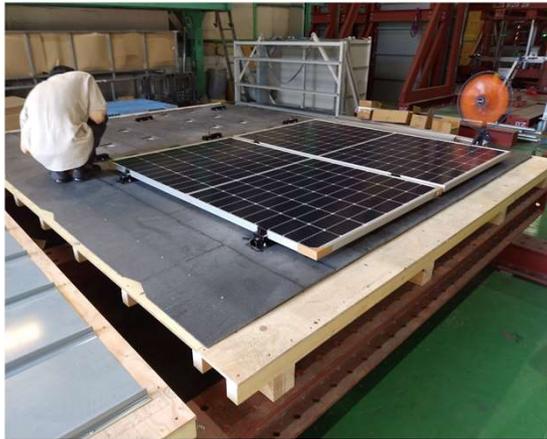
- 設計用風力係数を検討中
 - 切妻屋根をもつ住宅
 - 風力係数設定のゾーニング（軒、棟、けらば、中央）
 - 屋根勾配、屋根面とPVモジュールの隙間の影響
 - JIS C 8955:2017の風力係数との比較



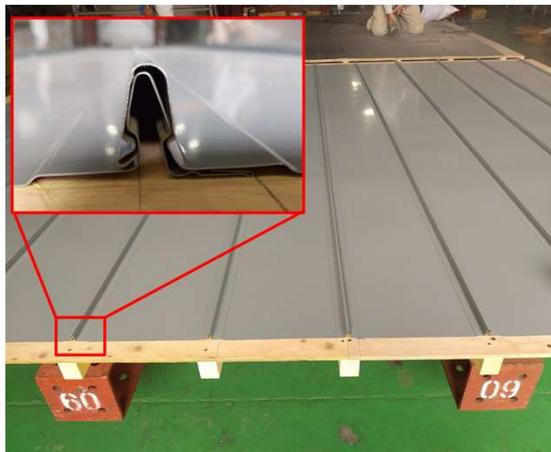
領域別の風力係数の屋根勾配による変化

住宅屋根PVの耐風圧試験結果

- 住宅建物の接合部の耐力設計検討のため、金属屋根とスレート屋根の2種類について耐風圧試験として、アセンブリ試験を実施



金属屋根



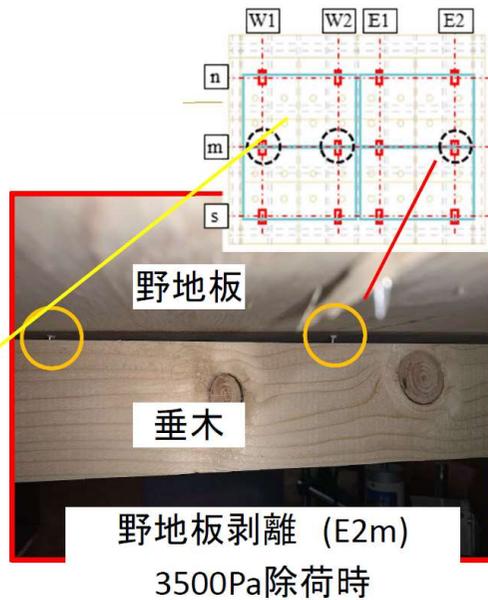
スレート屋根



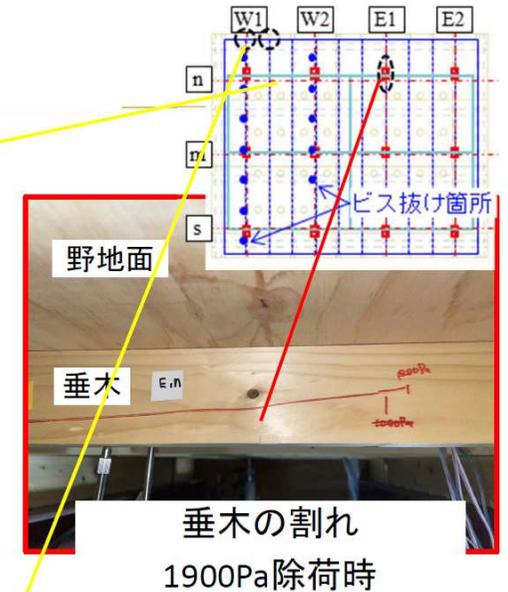
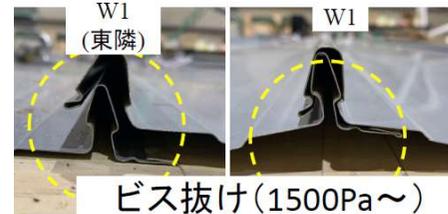
住宅屋根PVの耐風圧試験結果

- 設計風圧に対してモジュール脱落まで2～3 倍程度の余裕がある。
- 計風圧付近から木造屋根野地板の釘抜けや垂木の割れが生じる可能性がある。

【スレート屋根試験体】



【金属屋根試験体】



ガイドラインの公開

- 建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドラインを2024年8月に公開。
- ガイドライン本体および技術資料「屋根設置型太陽光発電設備の風洞実験」
- https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100060.html

6. 建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン

急速に拡大した太陽光発電システムの安全性に対する懸念が高まっている状況の下、「安全性・信頼性確保技術開発（特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定）」事業において公開済みの「特殊な設置形態の太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」に加えて、現在主流の結晶シリコン型太陽電池を中心とした従来型太陽光発電システムの建物の屋根・壁面設置に対応した「建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2024年版」を策定、公開しました。

[建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2024年版](#) (1.8MB)

[技術資料：屋根設置型太陽光発電設備の風洞実験](#) (6.9MB)



安全性を考慮した太陽光発電システムの建物設置の例

建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2024年版

この成果物は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP20015）「太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発」の結果として得られたものです。

2024年8月28日

ガイドライン:位置づけ

		法規制	規格	ガイドライン
構造設備	構造物 建物設置	<ul style="list-style-type: none"> 電気事業法 電技省令 電技解釈及び解説 発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令 発電用太陽電池設備に関する技術基準の解釈 発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説 建築基準法 (建築構造物、9m以上高) 	JIS C 8955 : 2017	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">本ガイドライン</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 10px;">日本風工学会 耐風設計 マニュアル</div>
	地上設置			<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block;">地上設置型 設計ガイドライン</div>
	傾斜地設置			<div style="border: 1px solid pink; padding: 10px; text-align: center;"> 太陽光発電システムの設計・ 施工ガイドライン (傾斜地設置型・営農型 ・水上設置型) </div>
	水上設置			
	営農型設置			
電気設備	太陽電池モジュール	<ul style="list-style-type: none"> 急傾斜地法 (指定の有無) 	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block;">JIS C 8992、8954、8951</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 5px;">IEC</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 5px;">JIS C 8980、8961</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 5px;">IEC、JESC系統連携規定</div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; margin-right: 10px;">JPEA 水没安全 ガイド</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block;">AIST 直流電気安全 手引きと技術情報</div>
	周辺機器	<ul style="list-style-type: none"> 農地転用に係る取扱通知 (営農型太陽光発電) 		
施工管理	一般			<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; text-align: center;">JPEA 設計と施工 改訂5版</div>
保守管理	発電能力 安全性	<ul style="list-style-type: none"> 改正FIT(点検・保守) 	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block;">JIS C 8907、8953</div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; text-align: center;">JPEA 保守点検ガイドライン</div>
	設備維持			<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; text-align: center;">JPEA 事業の評価ガイド</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block; text-align: center; margin-top: 5px;">経産省 事業計画策定ガイドライン</div>

ガイドライン：目次

1. 総 則
 - 1.1 本ガイドラインの利用上の注意
 - 1.2 適用範囲
 - 1.3 引用規格、参考資料
 - 1.4 用語・記号の定義
 - 1.5 構造設計方針
 - 1.6 電気設計方針
 - 1.7 施工管理方針
2. 被害事例
 - 2.1 強風被害
 - 2.2 積雪被害
 - 2.3 地震被害
 - 2.4 電気火災被害
3. 構造設計・施工計画
 - 3.1 設計フロー（構造）
 - 3.2 施工フロー（構造）
4. 電気設計・施工計画
 - 4.1 設計フロー（電気）
 - 4.2 施工フロー（電気）
5. 太陽光発電設備が設置される建物に関する調査
 - 5.1 周辺環境の調査
 - 5.2 新築の建築物
 - 5.3 既築の建築物
6. 太陽電池アレイの配置計画
 - 6.1 住宅屋根
 - 6.2 非住宅屋根
 - 6.3 壁面設置
7. 設計荷重
 - 7.1 想定荷重と荷重の組合せ
 - 7.2 固定荷重
 - 7.3 風圧荷重
 - 7.4 積雪荷重
 - 7.5 地震荷重