

# 2023年度成果報告会

## プログラムNo.38

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／

- 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
- 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実証実験

発表日：2024年2月2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 高森 浩治 (一社)構造耐力評価機構

八千代エンジニアリング(株)、(一社)太陽光発電協会、デロイトトーマツコンサルティング(合)、キョーラク(株)  
(国)北海道科学大学、(国研)防災科学技術研究所、(公)大阪(大阪公立大学)

問い合わせ先 E-mail: [info@spei.or.jp](mailto:info@spei.or.jp) TEL: 06-6258-6200

## 1. 目的

本事業は、近年増加傾向にある傾斜地、農地、水上に設置される太陽光発電設備の安全確保に向けた電気・構造に関する設計・施工ガイドラインの策定を目的とする。

- 傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン: **傾斜地GL**
- 営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン : **営農型GL**
- 水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン : **水上GL**

## 2. 期間

2020年9月 ~ 2024年3月

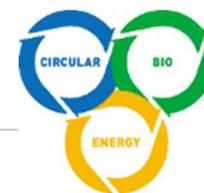
## 3. 目標(中間・最終)

上記の3つのガイドラインは、2021年3月までに暫定版ガイドライン※を策定。実証実験等で得られる知見を盛り込み、2023年3月に完成版ガイドラインを策定する。

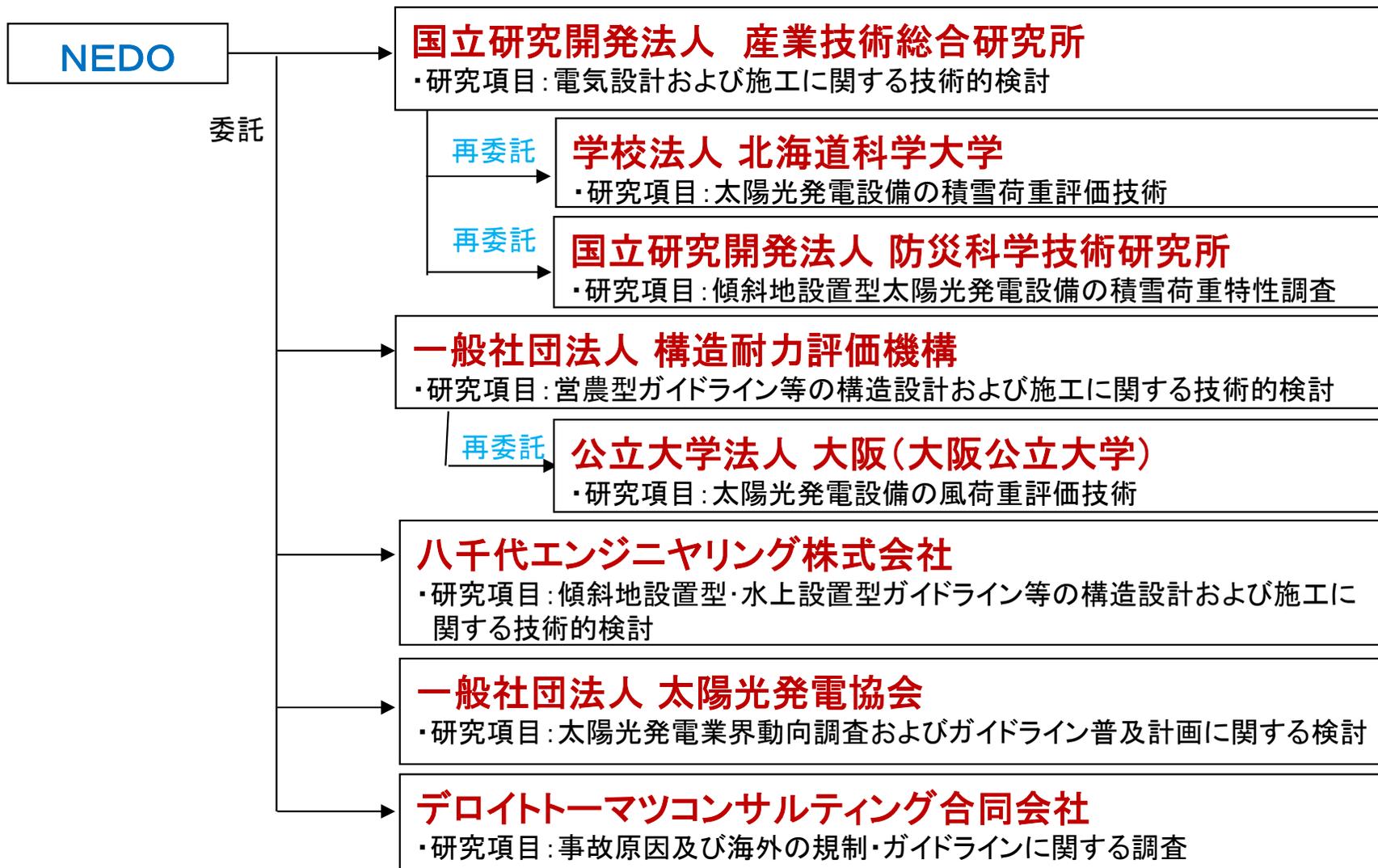
## 4. 成果・進捗概要

2023年3月までに完成版ガイドラインを作成し、2023年4月に発行した。

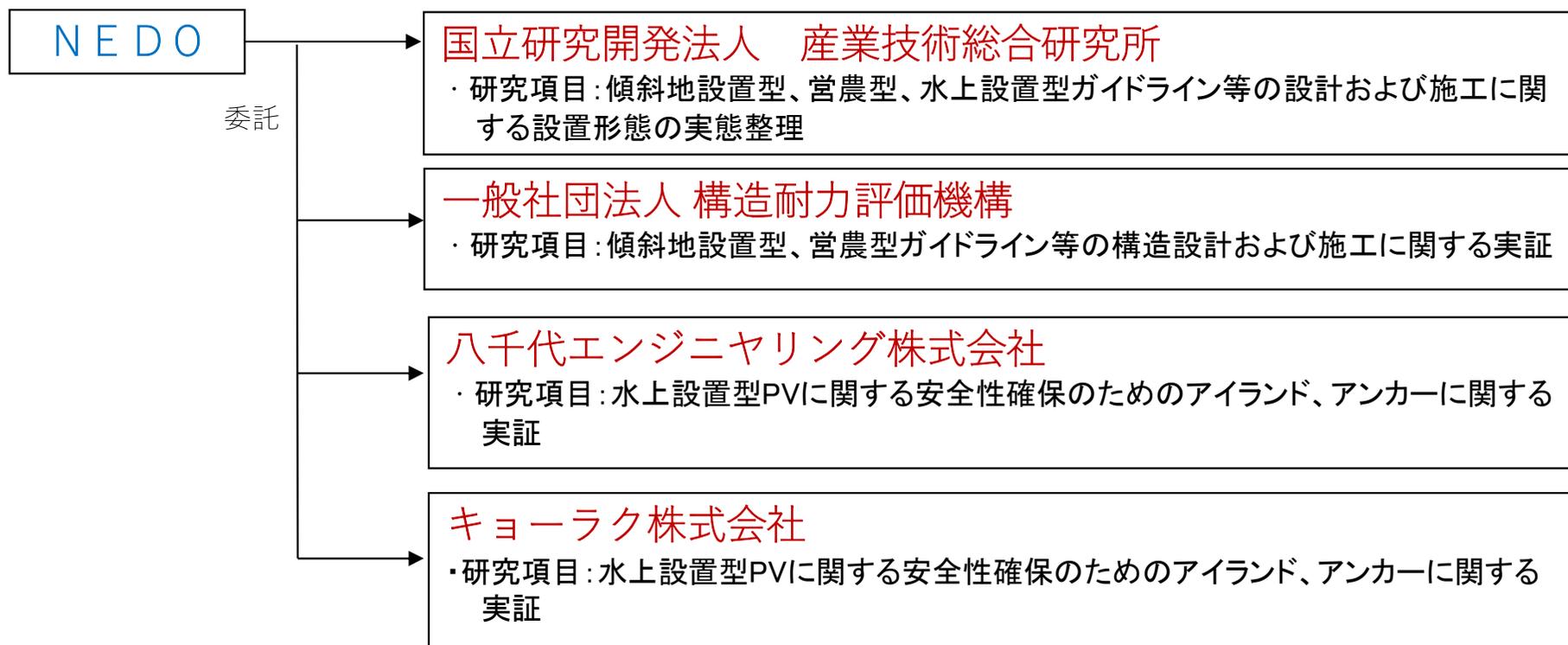
※「暫定版ガイドライン」とは実証実験の結果を含まないものである。



## 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

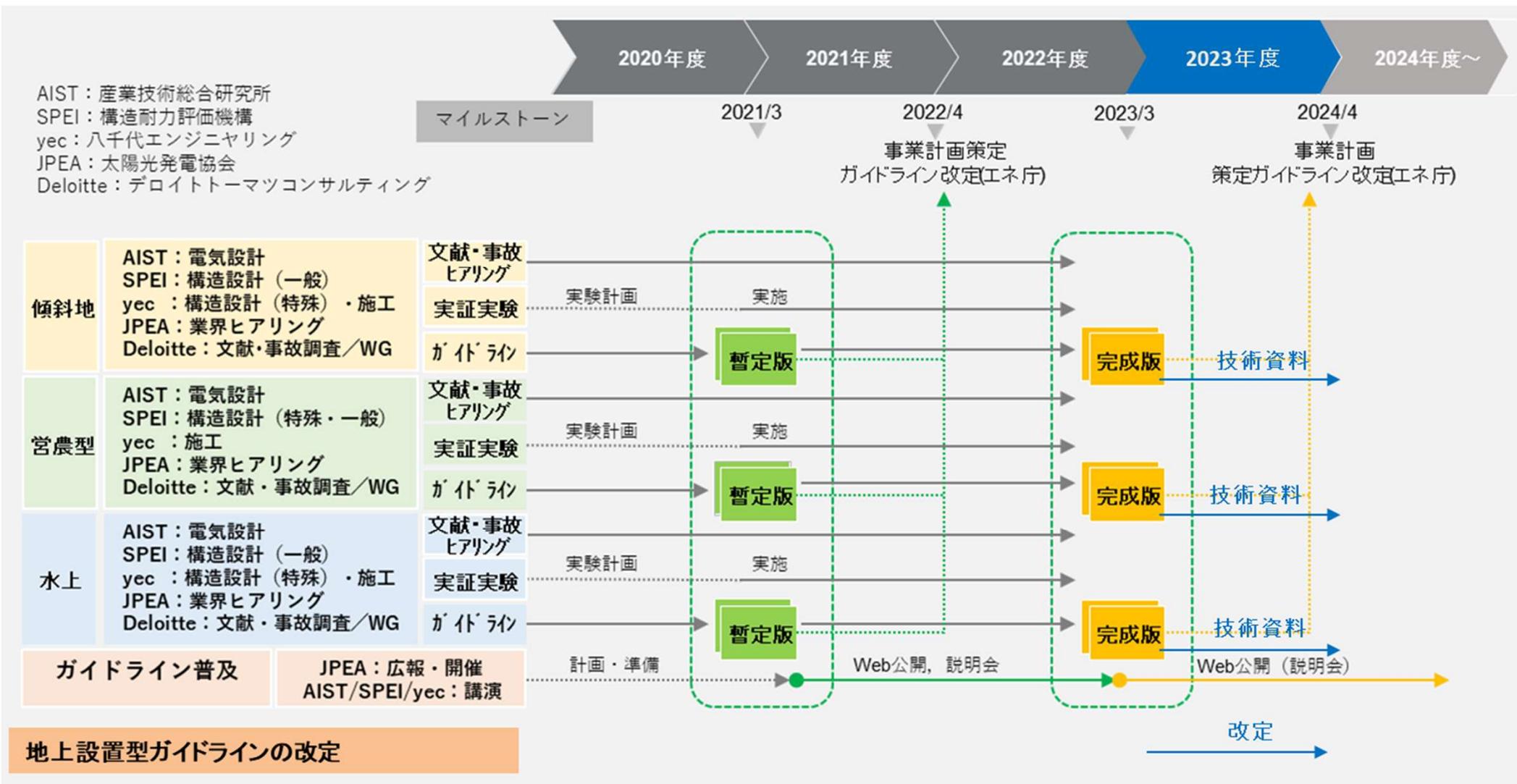


## 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための 実証実験



※キョーラク株式会社は2022年度まで

# ガイドライン作成のスケジュール



2023年度に1年延長：  
地上設置型ガイドラインの改定および技術情報を更新予定

# ガイドラインの作成方法

## 地上設置型PVS設計・施工ガイドライン（共通ガイドライン）

機器単体ではなく  
システム全体にフォーカスをあて記載する



※環境アセスメント(土壌・水質汚濁)に関しては他GLより引用する



## ● 傾斜地設置型

- CFD・実験(単純地形)
- CFD・実験(実在地形)
- 風洞実験
- 積雪荷重屋外実測
- 杭の載荷試験(傾斜地)
- アレイ支持物の耐風圧試験(架台の冗長性検討)
- 地盤侵食保護に関する実証実験



## ● 営農型

- 風洞実験(藤棚式)
- 風洞実験(足高式等)
- 農地の地盤調査
- 杭の載荷試験(水田、畑等)



## ● 水上設置型

- 係留索に作用する荷重の屋外実測調査
- 水中アンカーの載荷試験
- 係留索に作用する荷重の水理実験(模型実験)
- フロートへの荷重の風水洞実験
- 風洞実験、GL1
- 接合部の載荷試験、GL1
- 電気設計・感電防止：水上絶縁測定、接地、機器IP試験、GL1



三井住友建設HPより



# ガイドラインの作成方法（海外動向調査）

- 海外規制やガイドラインなどを調査し、ガイドラインの参考とする。
- 調査対象国において 傾斜地への太陽光導入を促進している国は見当たらず。欧米では営農・水上は入札枠等で条件付きでの導入を促進している。

## 各国の営農型設置形態の太陽光発電における概況

 太陽光発電を対象とした法規制特殊な設置形態の太陽光発電向けのガイドライン

 規制緩和・導入促進  
 規制強化・導入抑制

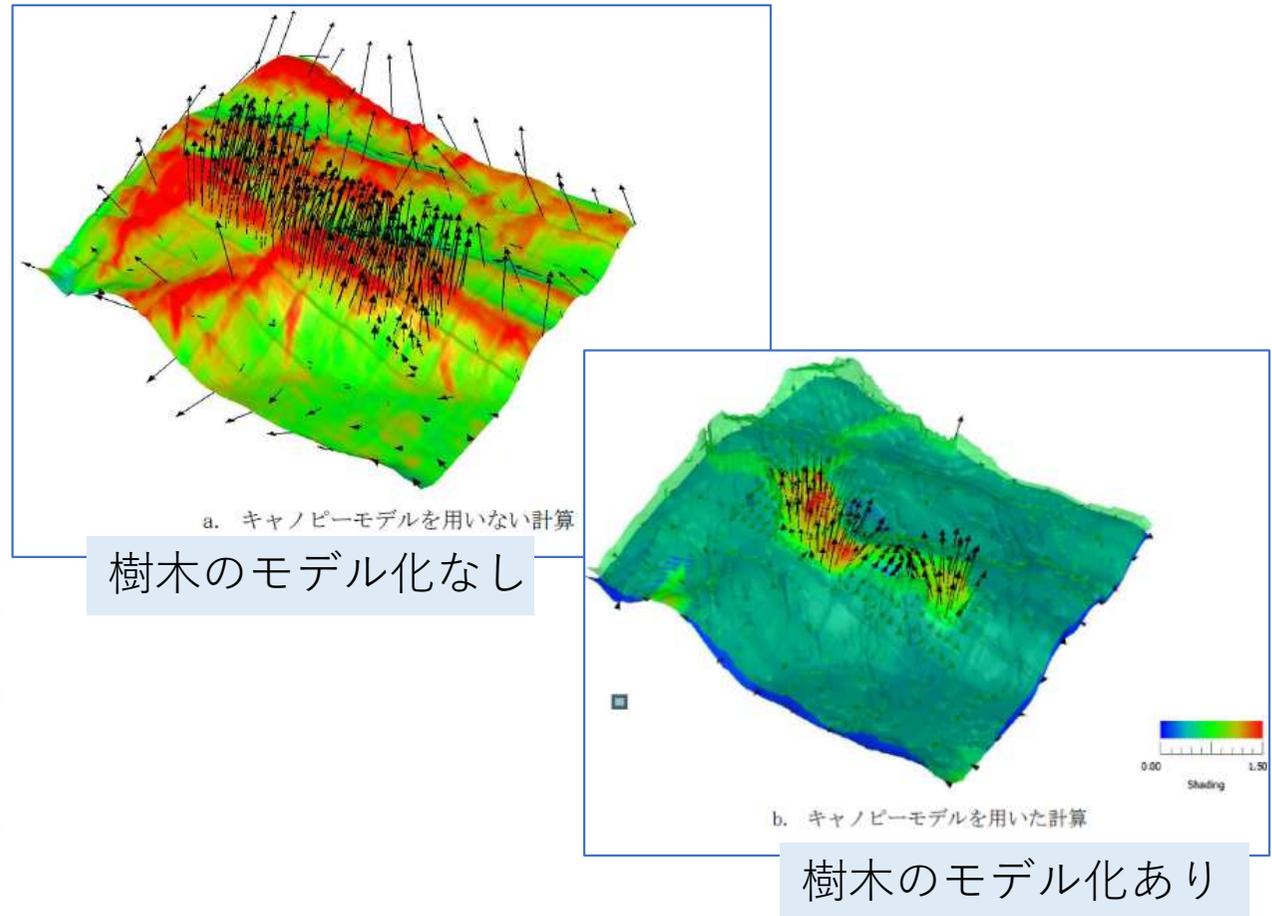
		アジア			欧州		米国	
		日本	韓国	台湾	英国	ドイツ	フランス	MA州
営農	導入関連指標	560ha(2018年度累計) (営農型ための一時転用許可)	10GW(2030年)	2025年までに2万haの荒廃農地に太陽光発電の導入を計画	不明	導入実績は数十MW (2020年10月時点)	2017-20年に約135MW導入	不明
	導入政策	農業経営の高度化に活用できる場合は補助金を支給	—	地上設置型より高いFIT価格を適用*1	—	 専用の入札枠	 専用の入札枠	 インセンティブ付与(FIP, US\$0.06/kWh)
	ガイドライン	—	営農ガイドラインあり	—	営農ガイドラインあり	営農ガイドラインあり	(営農ガイドライン作成中)	営農ガイドラインあり



# 傾斜地GLでの実証実験の代表例①

9

- 風洞実験および数値流体解析（CFD）を行い、傾斜地での風速増加や傾斜地に設置されたPVアレイの風力係数の特性を把握した。
- それらの結果は**傾斜地GL**の「8.3の風圧荷重」に反映させた。



傾斜地PVのアレイ面の風力係数測定

実在傾斜地を台頭としたCFD（LES）

# 傾斜地GLでの実証実験の代表例③

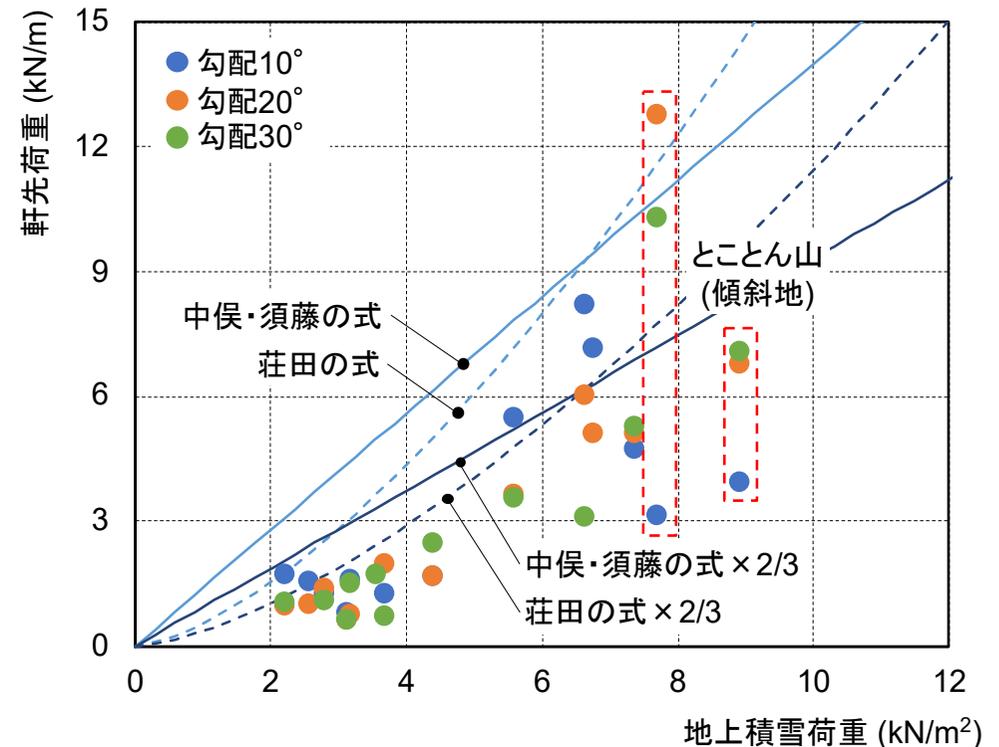
- 傾斜に設置された太陽光発電設備に作用する積雪荷重について、秋田県湯沢市において実測調査を行った。
- それらの結果は**傾斜地GL**の「8.4 積雪荷重」に反映させた。



2021.12.11

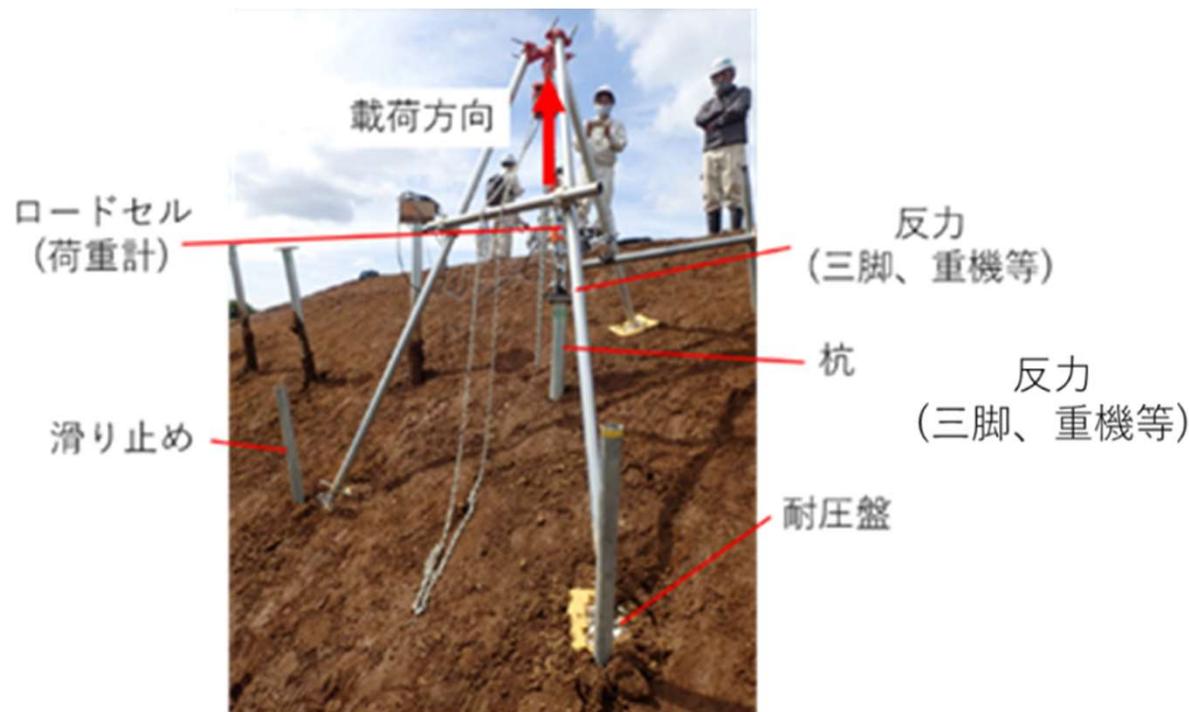
2022.01.05

実測調査の様子

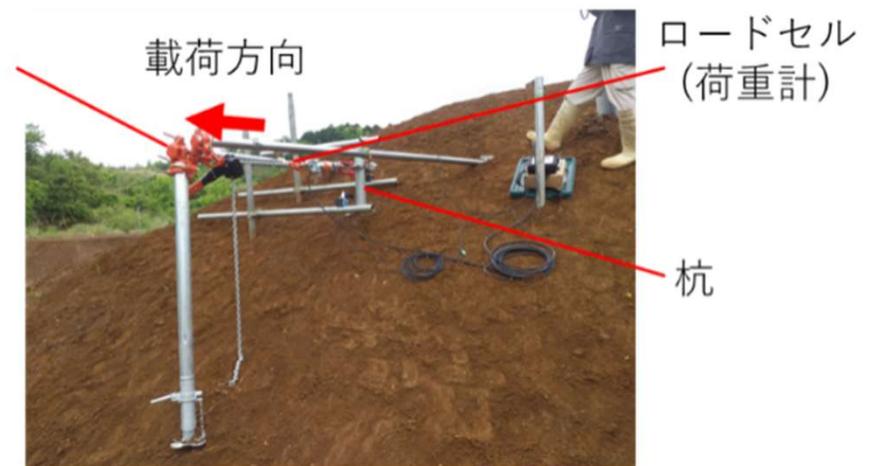


実証実験で得られた地上積雪荷重と  
軒先荷重との関係

- 傾斜に設置された杭基礎の載荷試験を実施し、杭基礎の打設方法及び載荷試験での要点を整理した。
- それらの結果は**傾斜地GL**の「11.4 杭基礎の設計」や「14. 施工」に反映させた。



杭基礎の引抜き載荷試験

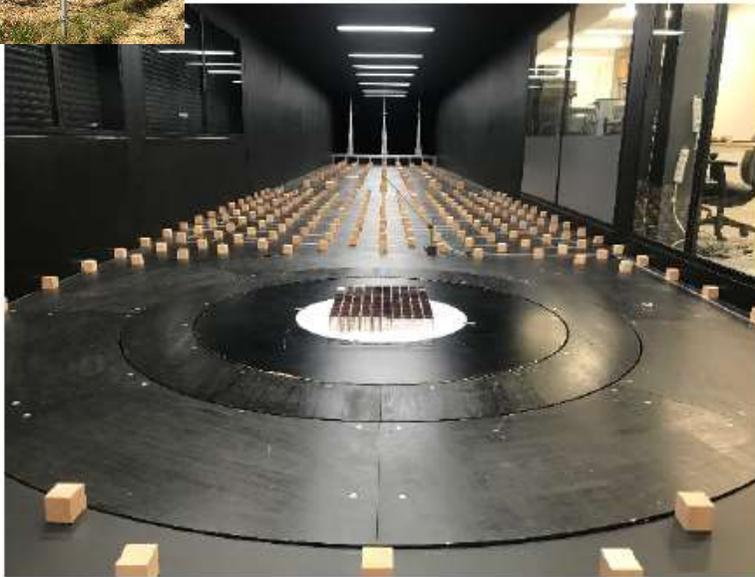


杭基礎の水平載荷試験

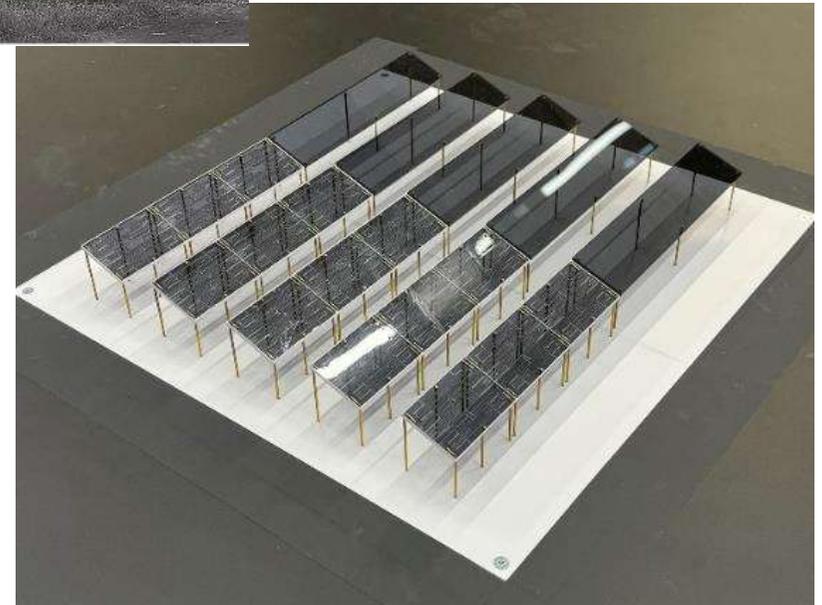
# 営農GLでの実証実験の代表例①

12

- 営農型太陽光発電設備（藤棚式、足高アレイ式）の風洞実験を実施し、太陽電池アレイに作用する風力特性を把握した。
- それらの結果は**営農型GL**の「7.3 風圧荷重」に反映させた。



藤棚式の風洞実験



足高アレイ式の風洞実験

- 農地の地盤調査および農地に設置された杭基礎の載荷試験を実施し、農地の特性、杭基礎の打設方法及び載荷試験での要点を整理した。
- それらの結果は**営農型GL**の「10.3 杭基礎の設計」や「13. 施工」に反映させた。



引抜き載荷試験



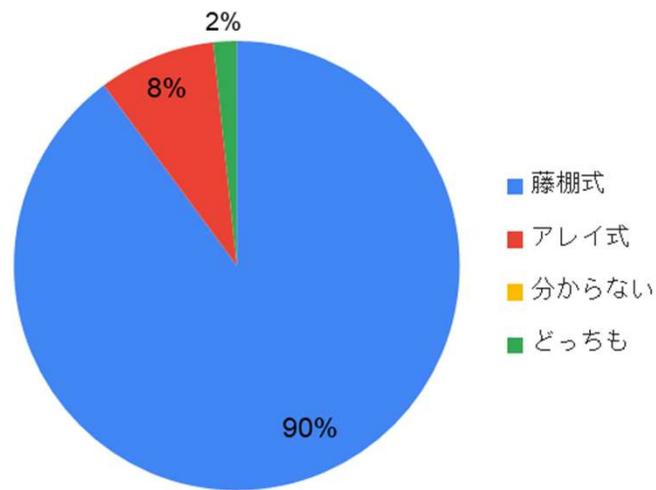
水平載荷試験

水田での杭基礎の載荷試験

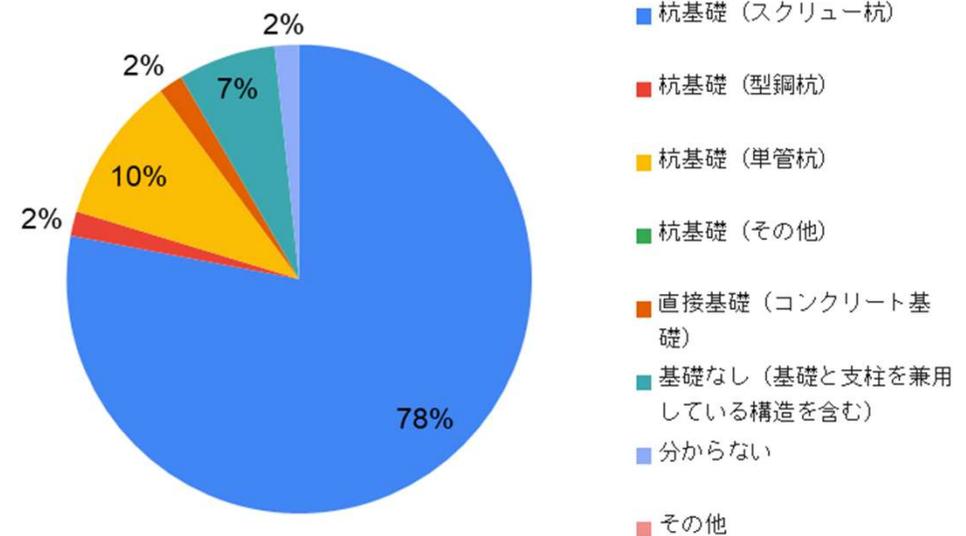


ミカン畑での地盤調査（SWS試験）

- 営農型太陽光発電システムの実態把握のため、営農型太陽光発電事業者を対象としたアンケート等による調査を行った。
- それらの結果は**営農型GL**の「10.3 杭基礎の設計」や「13. 施工」に反映させた。

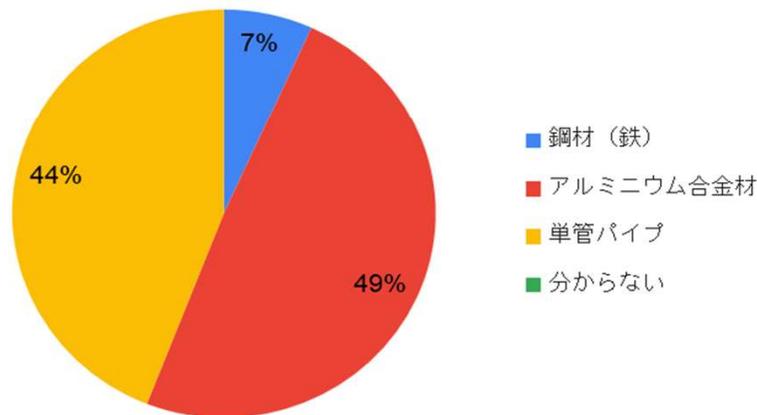


架台形式



基礎の種類

支柱の間隔(m)

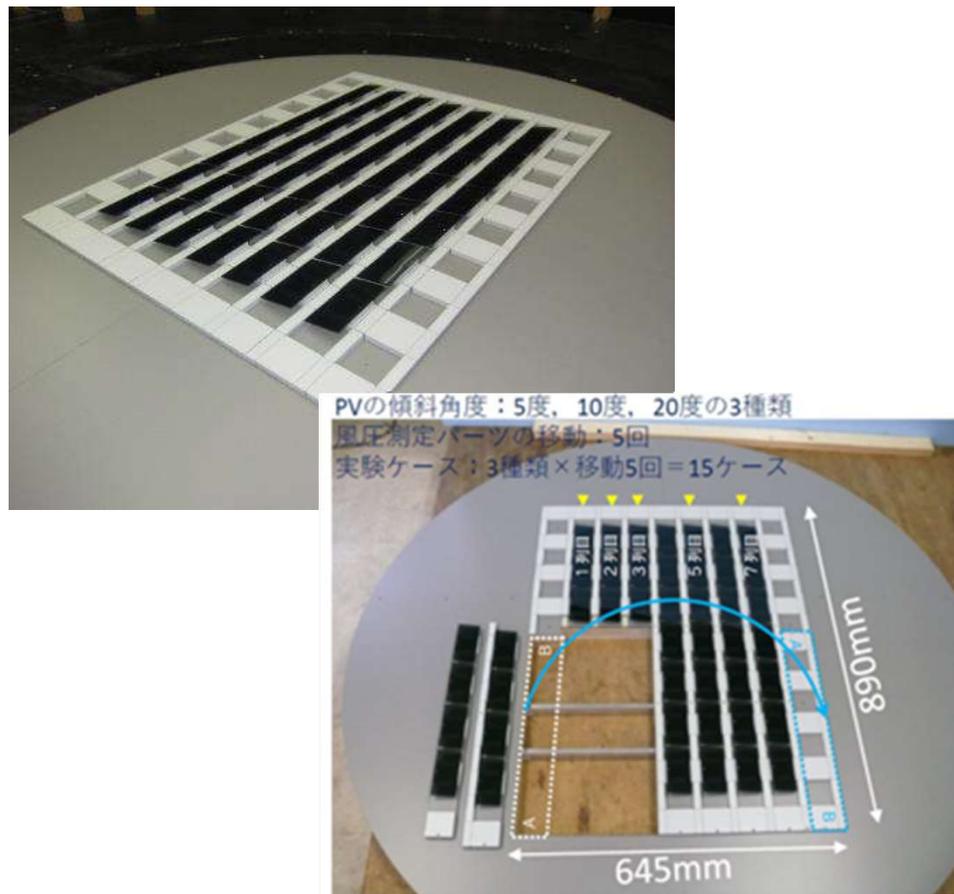


架台の材質

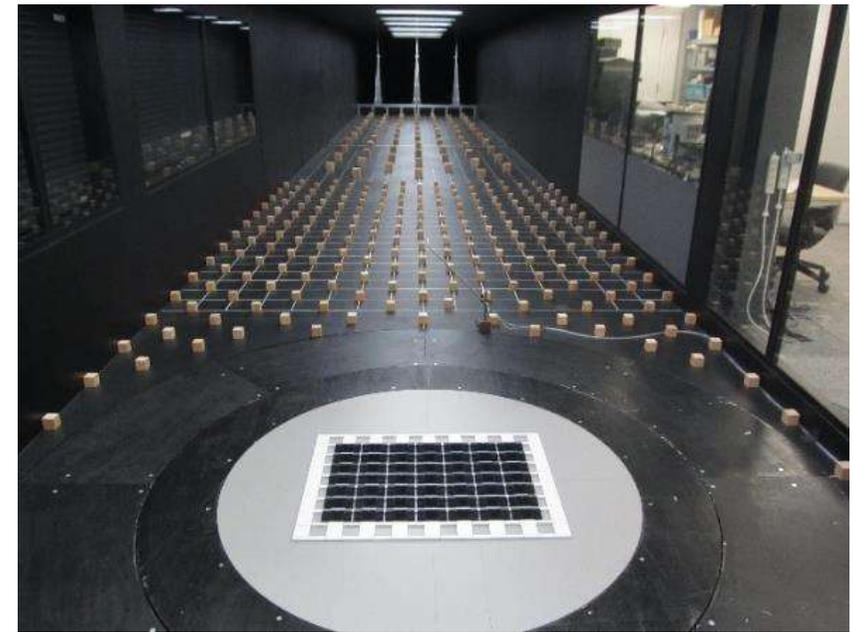
	東西方向	南北方向
平均値	5.3	4.7
中央値	4.5	4.5



- 縮小模型を用いた風洞実験を実施し、設計用風力係数の基礎資料を作成した。
- それらの結果は**水上GL**の「7.3 風圧荷重」に反映させた。



水上PVの風洞実験模型

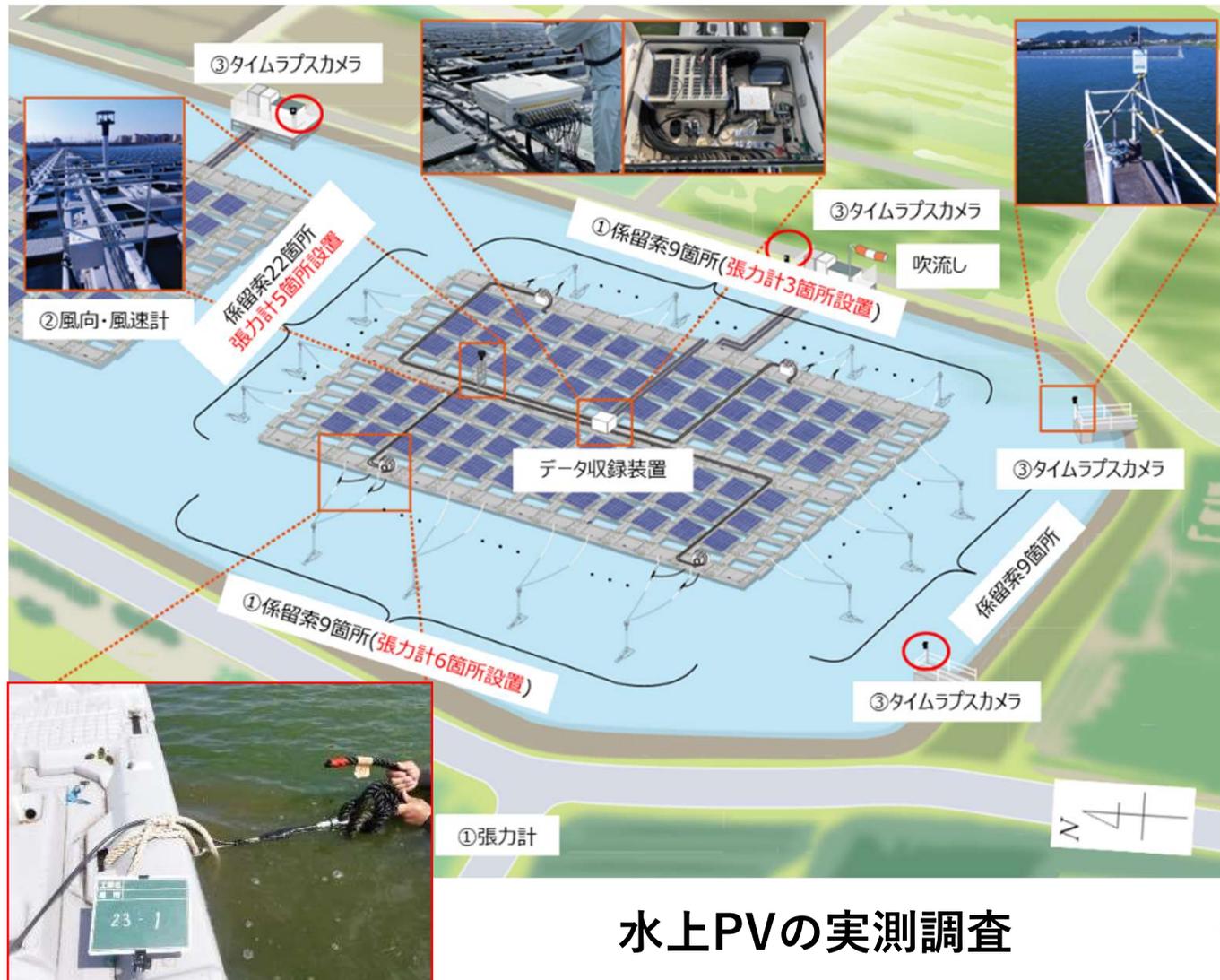


風洞実験模型の様子

- フロート + PVモジュールでの風力係数を測定
- モジュールを傾斜角5, 10, 20度に変化させて、各列ごとの風力係数で整理した。



- 既設水上PVを対象とした係留索に作用する荷重の特性を把握するために実測調査を行った。
- それらの結果は**水上GL**の「10.3係留索の設計」に反映させた。



- 女井間池（香川県三木町）での長期間に亘る実測調査
- 係留策の張力変動、張力の偏りなどが確認された。

水上PVの実測調査



# 水上GLでの実証実験の代表例③

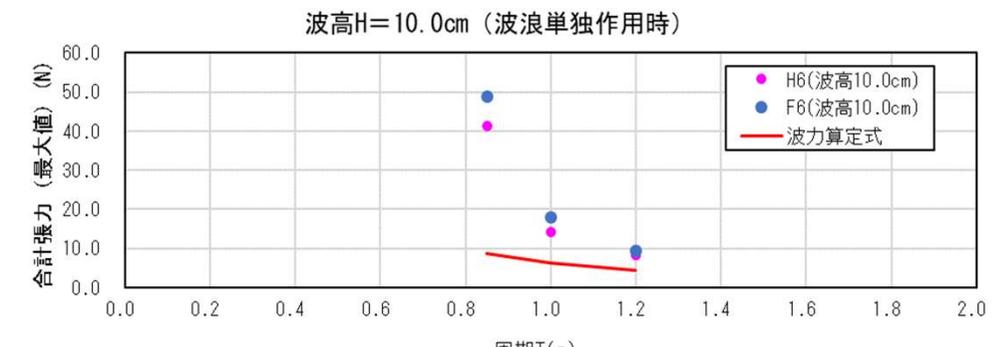
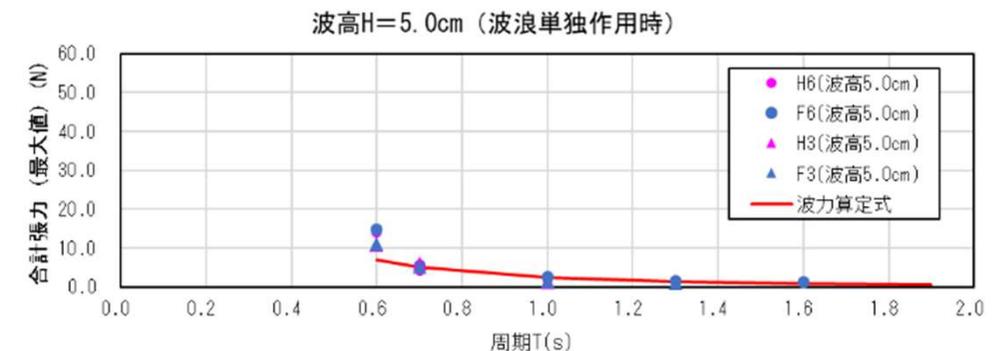
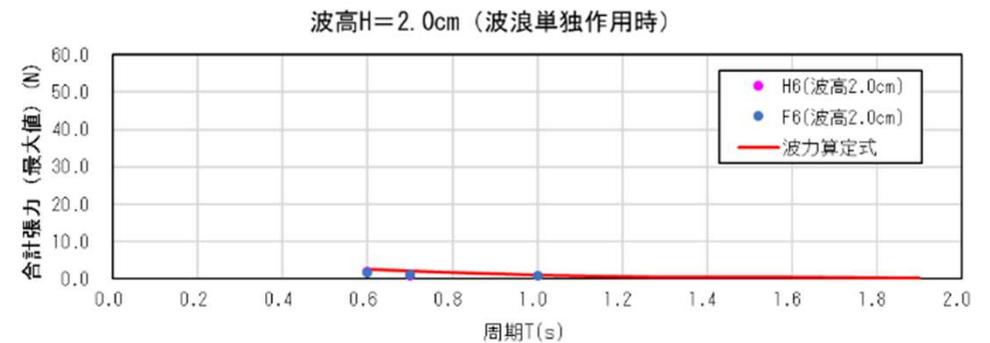
- 縮小模型を用いた水理実験によって、風・波浪作用時のフロート群の形状変化と係留張力の偏り特性を確認した。
- それらの結果は、実測調査結果と比較検討し、**水上GLの「10.3係留索の設計」**に反映させた。



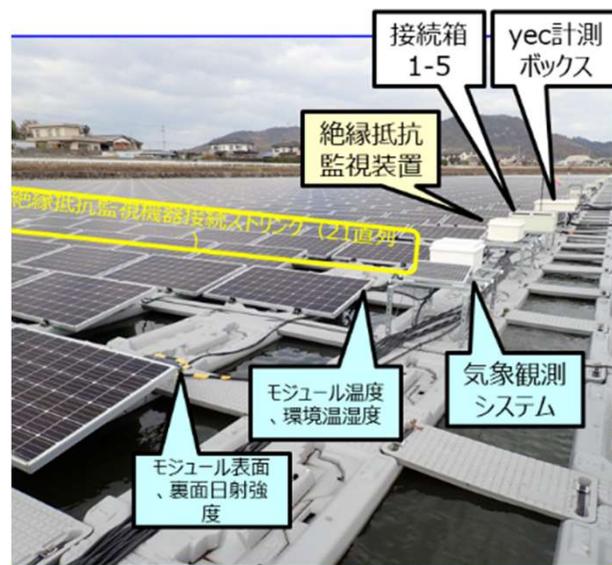
水理実験装置



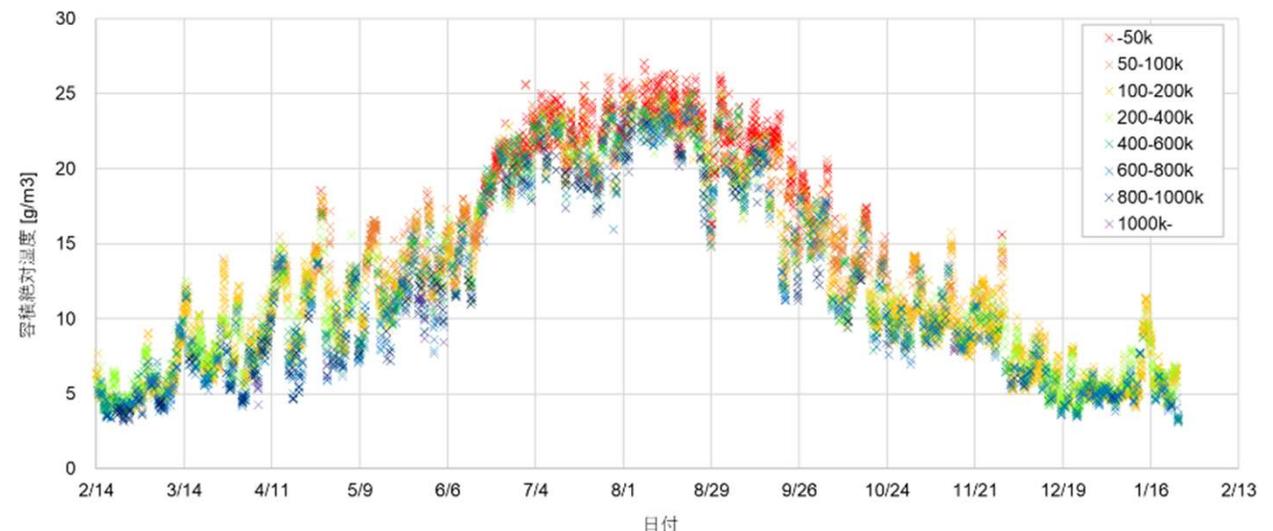
水理実験の様子



- 水上PVにおける絶縁抵抗について実測調査を行い、容積絶対湿度の関係を整理した。
- それらの結果は、**水上GL**の「12.1 水上の配線方法に関する注意点（接地線も含む）」および「14.4 電気設備：測定方法」に反映させた。また、技術資料「水上設置型太陽光発電設備の絶縁抵抗の測定」に結果の詳細を示した。

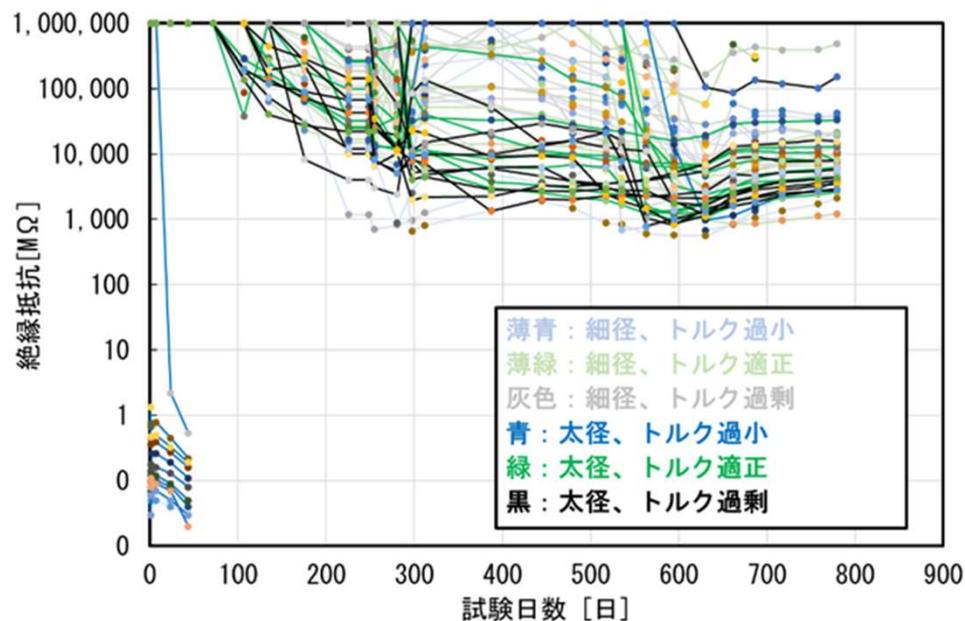


実証実験の概要

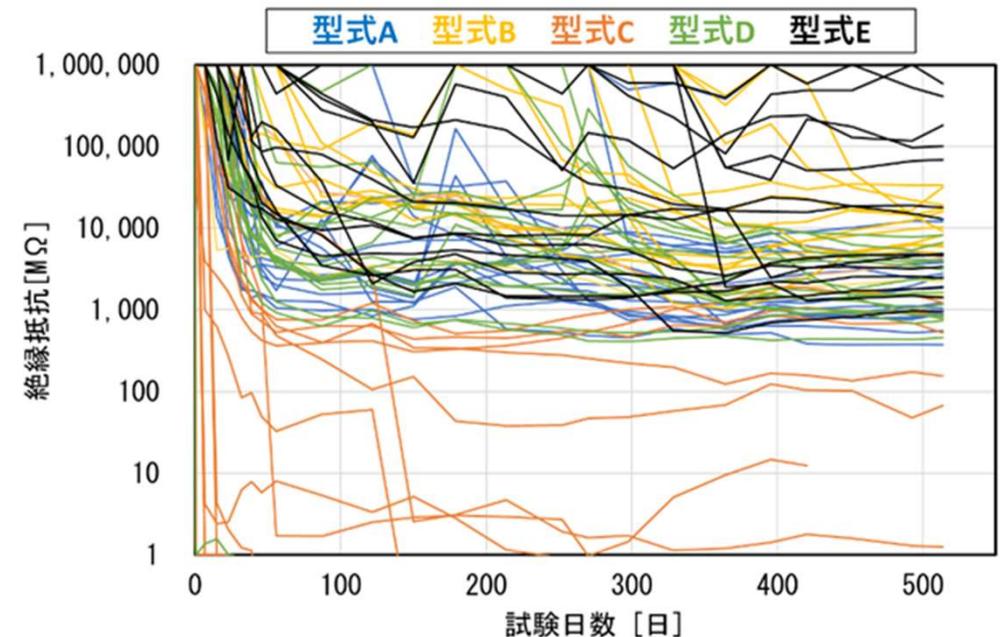


絶縁抵抗と容積絶対湿度との関係図

- PVノジュールのコネクタを対象に長期水没試験を実施し、実測調査を行い、経過日数と絶縁抵抗の関係を調査した。
- それらの結果をもとに、水上GLの「12.3 水上における電気機器選定に関する注意点」に反映させた。また、その詳細を技術資料「太陽電池モジュール接続用コネクタの防水性について」にまとめた。

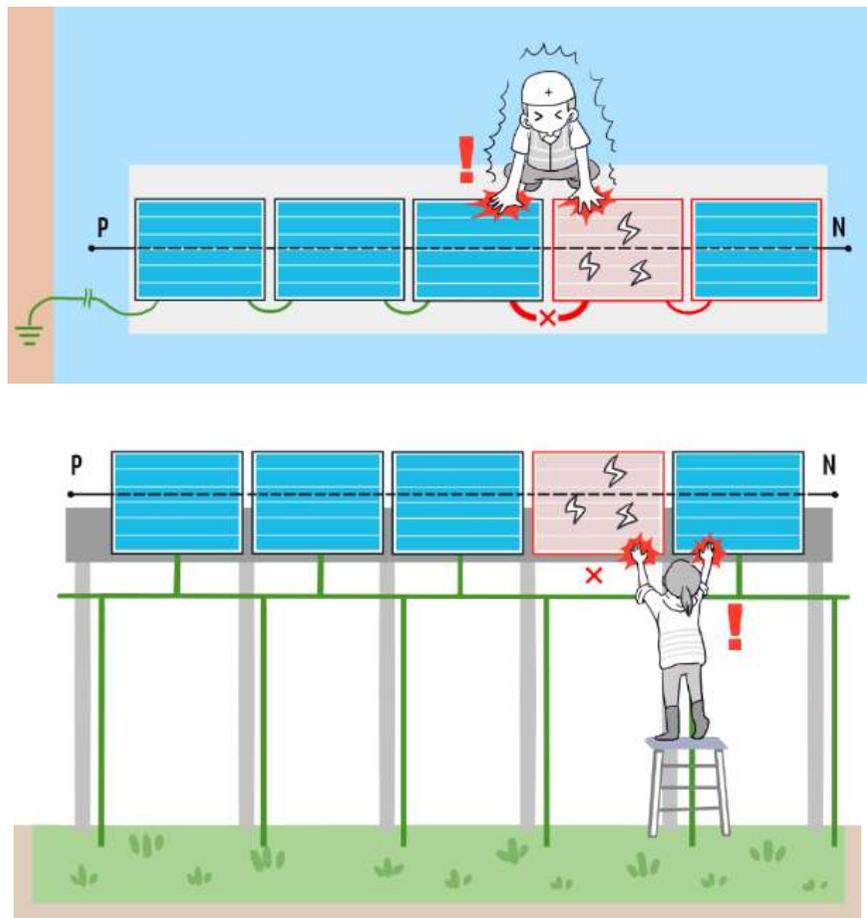


トルクと線径についての試験結果

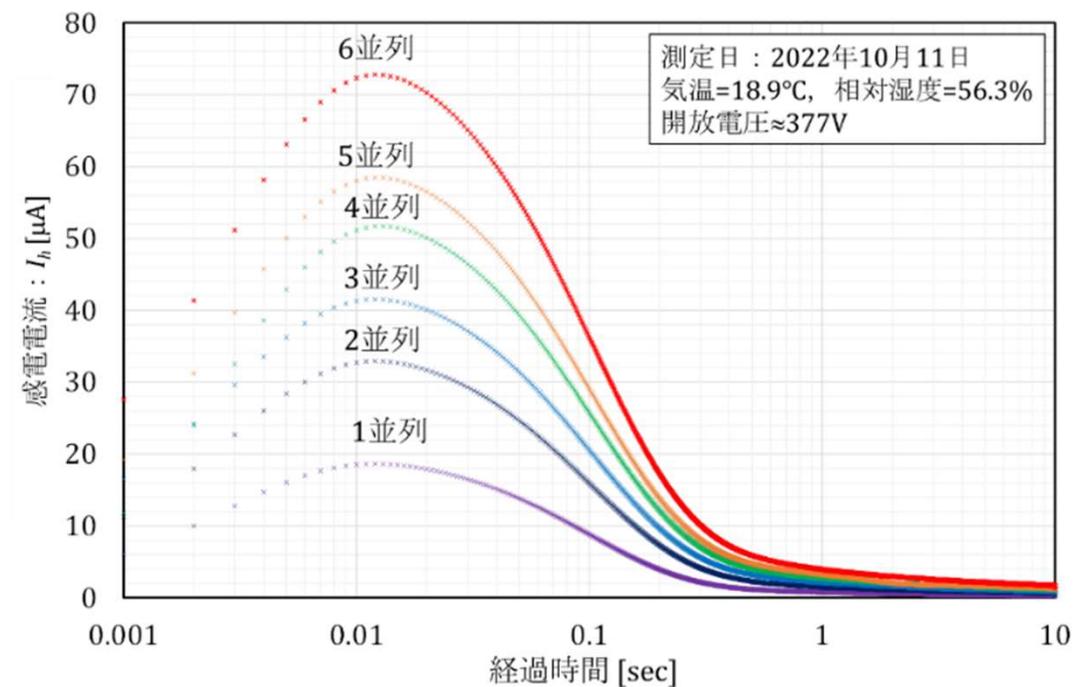


多型式の試験結果

- 絶縁抵抗と実際の感電電流の関係について実験し、ストリング並列数と感電電流の関係を整理した。
- それらの結果をもとに技術資料「太陽光発電設備の直流感電リスクに関する基礎実験」を作成した。



感電リスクの事例作成



ストリング並列数と感電電流 (P端接触時)

- 前述の実証実験結果から得られた知見を盛り込み、構造・電気の学識者経験者や専門家からなるワーキンググループでの議論を通じて、2022年度末に完成版ガイドラインを完成、2023年4月に公開した。
- ガイドライン周知のための広報活動として、2021年12月と2023年7月セミナーを開催した。

## 謝辞:

- 本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（N E D O）の委託業務（JPNP20015）の結果得られたものです。
- 本事業は、下記の機関による共同実施であり、各資料を提供いただいた。関係者の皆様に感謝する。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所、八千代エンジニアリング株式会社

一般社団法人 太陽光発電協会、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社

キョーラク株式会社、学校法人 北海道科学大学

国立研究開発法人 防災科学技術研究所、公立大学法人 大阪



2023年度成果報告会プログラム

No. ○○

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

○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

○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実証実験

発表日： 2024年2月2日

(一社) 構造耐力評価機構

代表理事 高森 浩治

問い合わせ先： Email: [info@spei.or.jp](mailto:info@spei.or.jp) Tel: 06-6258-6200



構造耐力評価機構  
Structural Performance Evaluation Institute

## 1. 目的

本事業は、近年増加傾向にある傾斜地、農地、水上に設置される太陽光発電設備の安全確保に向けた電気・構造に関する設計・施工ガイドラインの策定を目的とする。

- 傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン: 傾斜地GL
- 営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン : 営農型GL
- 水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン : 水上GL

## 2. 期間

2020年9月 ~ 2024年3月

## 3. 目標(中間・最終)

上記の3つのガイドラインは、2021年3月までに暫定版ガイドライン※を策定。実証実験等で得られる知見を盛り込み、2023年3月に完成版ガイドラインを策定する。

## 4. 成果(中間・最終)

2023年3月までに完成版ガイドラインを作成し、2023年4月に発行した。

※「暫定版ガイドライン」とは実証実験の結果を含まないものである。

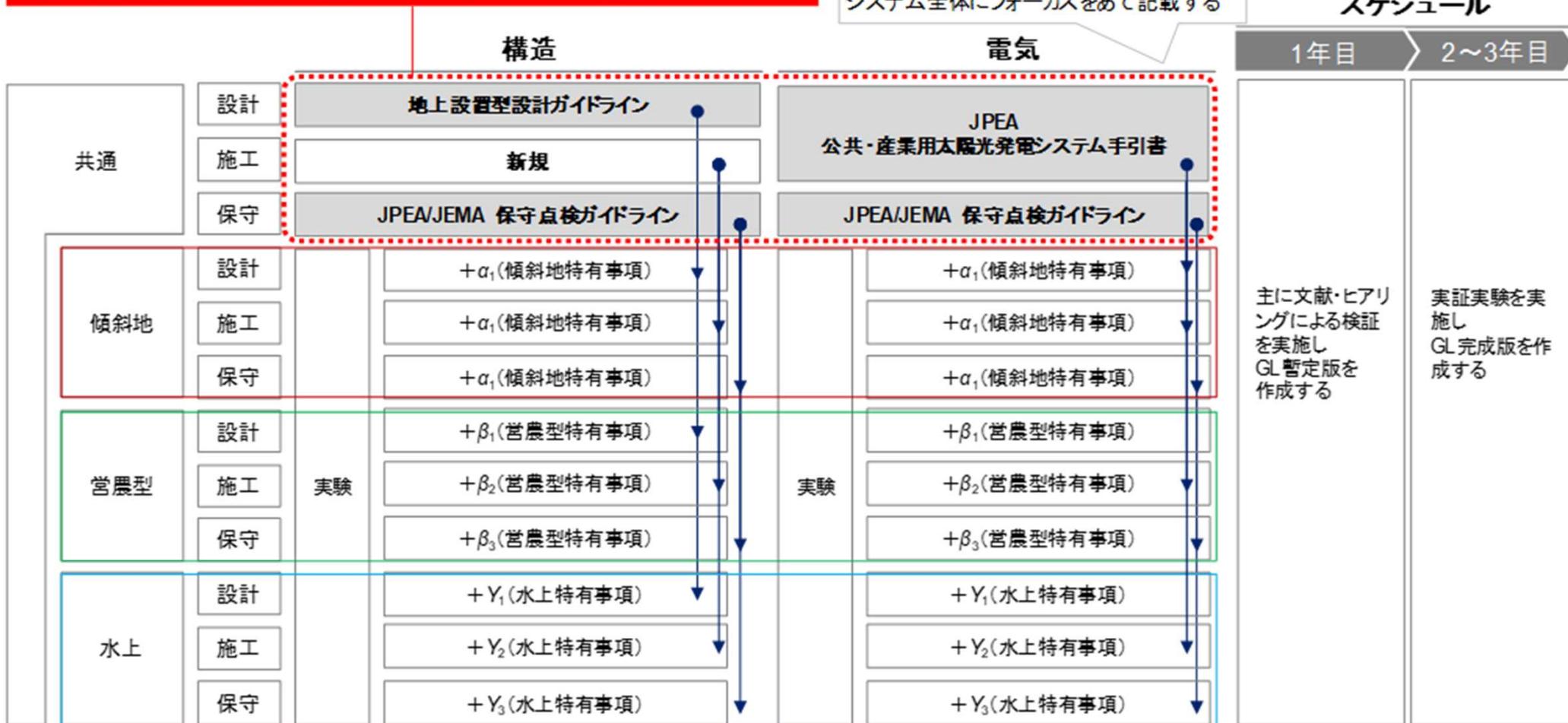


# ガイドラインの作成方法

## 地上設置型PVS設計・施工ガイドライン（共通ガイドライン）

機器単体ではなく  
システム全体にフォーカスをあてて記載する

傾斜地  
営農型  
水上  
スケジュール



※環境アセスメント(土壌・水質汚濁)に関しては他GLより引用する