

洋上浮体式太陽光発電

(代表事業者：三井住友建設株式会社、連携事業者：株式会社スーパーツールECO)

本事業を通じて
目指す姿

設置場所の制約という太陽光発電の課題を解決する洋上浮体式太陽光発電の社会実装により、太陽光発電の適地を拡大し、再生可能エネルギーの拡充、ゼロエミッション達成に貢献します。

事業概要

- 東京湾に浮体式太陽光発電を設置し、洋上における安定性、発電量、耐久性、潮位変化・波浪に対応した浮体・係留システム及び電気システムの評価を行いました。
- 浮体式太陽光発電の近隣陸地に太陽光発電を設置し、洋上と陸上の発電効率の比較検証を行いました。

これまでの取り組みと成果

年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
3か年の 取り組み	発電システムの詳細設計、設置場所、施工方法について協議・検討を行いました。	浮体式太陽光発電施設の製作、洋上への設置を行いました。	陸上部に太陽光パネルやパワーコンディショナ、蓄電池を設置し、浮体の変位、係留チェーンの張力、発電量等の各種測定を行いました。
成果	❏ 浮体の変位量や係留チェーンや接続バンドの張力を測定し、浮体の安定性に問題がないことを確認しました。 ❏ 陸上と洋上の発電量を検証し、洋上では水面の冷却効果により陸上と比べて発電効率が高いことを確認しました。 ❏ 設置期間は短いものの、現時点で著しい錆、腐食等は認められず、安定的に発電していることが確認できました。		



浮体式太陽光発電施設
(洋上部)



太陽光パネル・PCS・蓄電池
(陸上部)



GNSSによる変位測定
(浮体)



張力計（係留チェーン）

現状の課題と本事業終了後のアクション

現状の課題

- 長期間設置した際の耐久性（耐塩性、耐波性など）の検証が実施できておらず、**耐久性・安全性のデータが不足**しています。
- 港湾管理者、漁協などの設置場所に係るステークホルダーとの合意形成がなされていません。
- 浮体式太陽光設置に係る**法規制の整備が必要**となります。
- 洋上に設置するには施工・部材コストが掛かるため**発電コストが高**なってしまう。



本事業終了後のアクション

- 今後、港湾区域の比較的静穏な洋上で長期間の設置を目指します。
- 関係機関へ積極的にPRすると共に、まちづくりや再エネなどの行政施策との連携して認知度向上を図ります。
- 設置実績の拡大による**機運醸成**と法規制の緩和・改正の根拠となる**耐久性・安全性のデータ**を取得します。
- 設置方法の改善や各部材の簡素化による**コスト低減**に取り組みます。

今後のビジョン

- 今回のプロジェクトでの実績を基に2030年以降の社会実装を目指し、引き続き取り組んでいきます。

令和6年度 (2024年度)	令和7年度 (2025年度)	令和8年度 (2026年度)	令和9年度 (2027年度)	令和10年度 (2028年度)	令和11年度 (2029年度)	令和12年度 (2030年度)	以後～
	▼先行プロジェクト終了						
先行プロジェクト	浮体構造・係留方法の簡素化、電気機器の塩害対応						社会実装へ
	補助金制度新設に向けた働きかけ						
	関係法令の確認・対応						
				東京湾内等への追加設置に向けた働きかけ			

これまでの取り組みと成果に対する有識者からのコメント



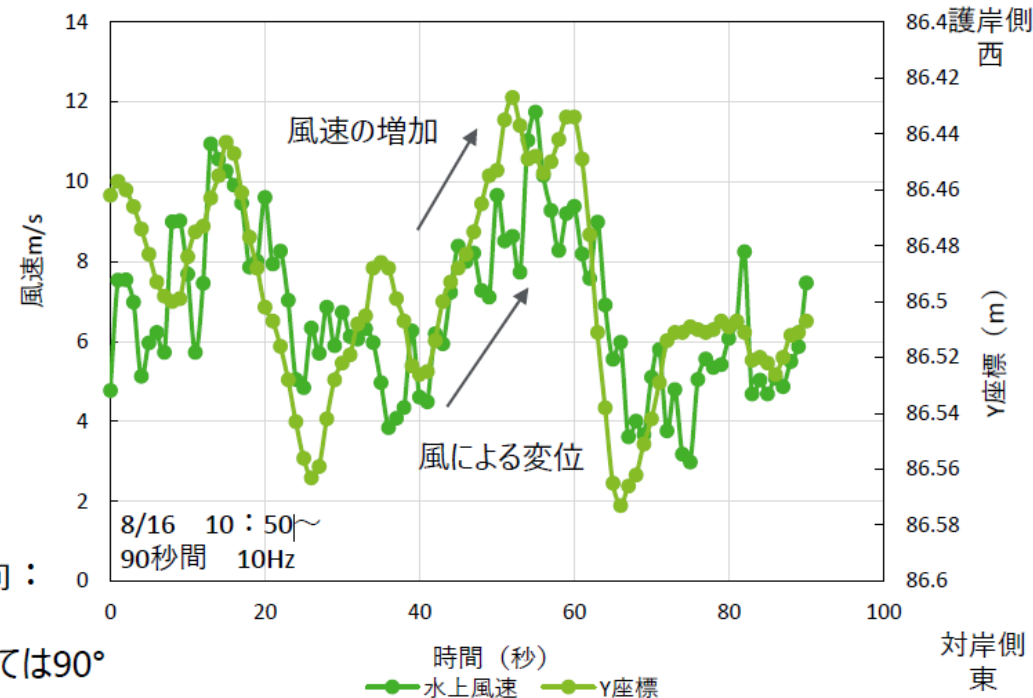
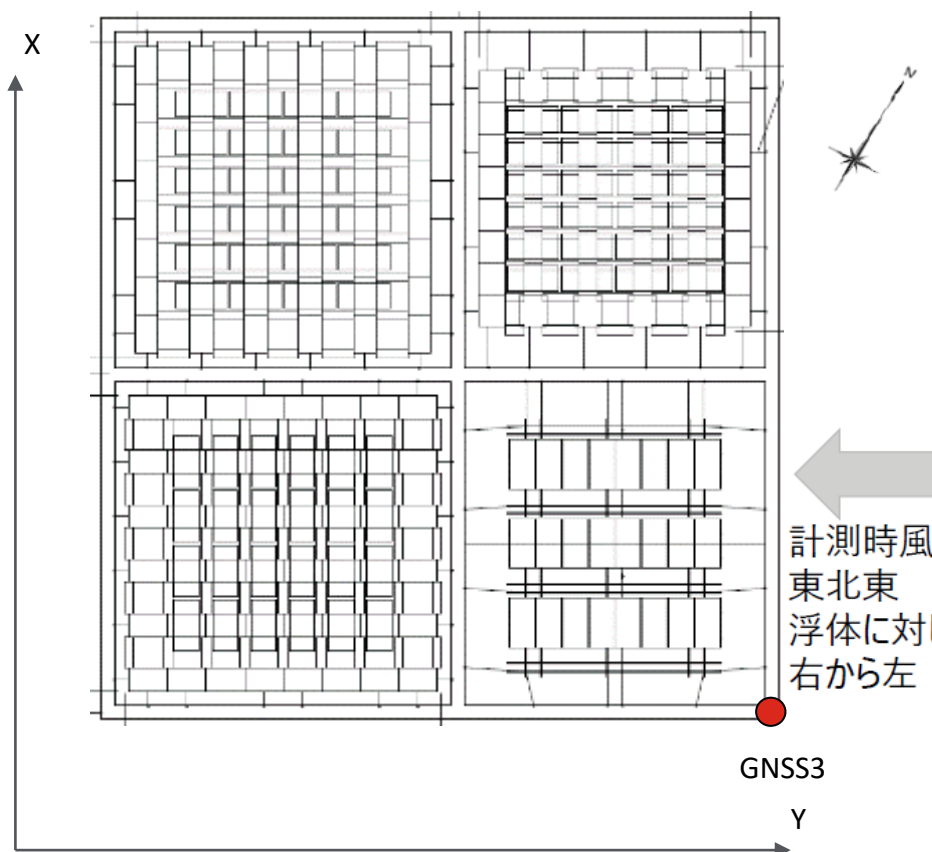
沿岸部に電気が届いていない場所もあるため、その地で実装を進める方向性はよいと考えている。**大規模にした場合、コストが下がる一方で、設置場所の制約が多く出てくるため、適正な大きさを見定めた上で付加価値を考えられるとよい。**



浮体式洋上太陽光発電、浮体式洋上風力発電、陸上太陽光発電など**様々な種類があるが、その特徴などを纏めたものがあるよい。**
浮体式洋上風力発電を促進する動きがある中で**浮体式洋上太陽光発電の優位性を伝えアピールしていくべきである**

Appendix

鋼製浮体の挙動（台風7号通過時）



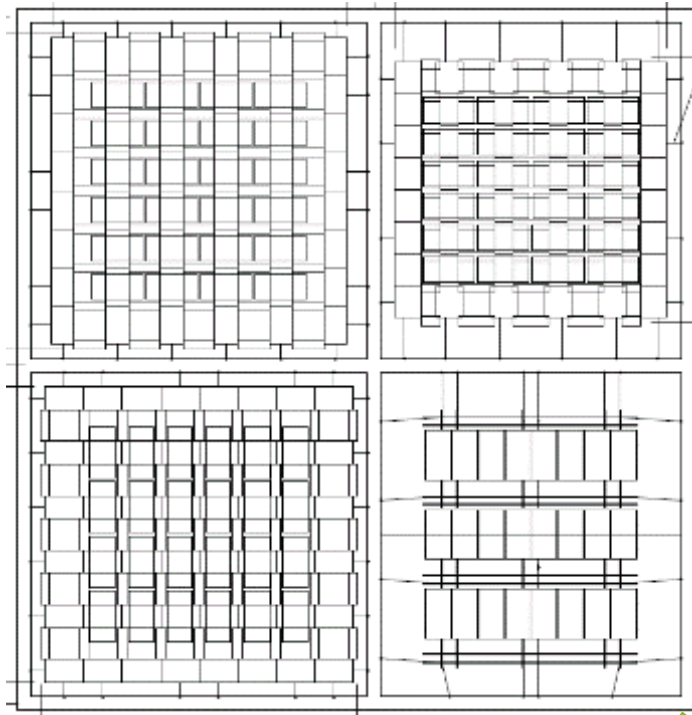
風速が速くなることで浮体が押され、変位していることを確認した
その際の浮体の変位量は10~14cm程度であった

今回の風速約12m/sが作用した際の変位量（計算値）との比較
想定変位量（計算値）：約30cm（風速4m/s→12m/s）
実際の変位量（実測値）：10~14 c m

GNSSによる変位計測



係留チェーンロープの張力（台風7号通過時）



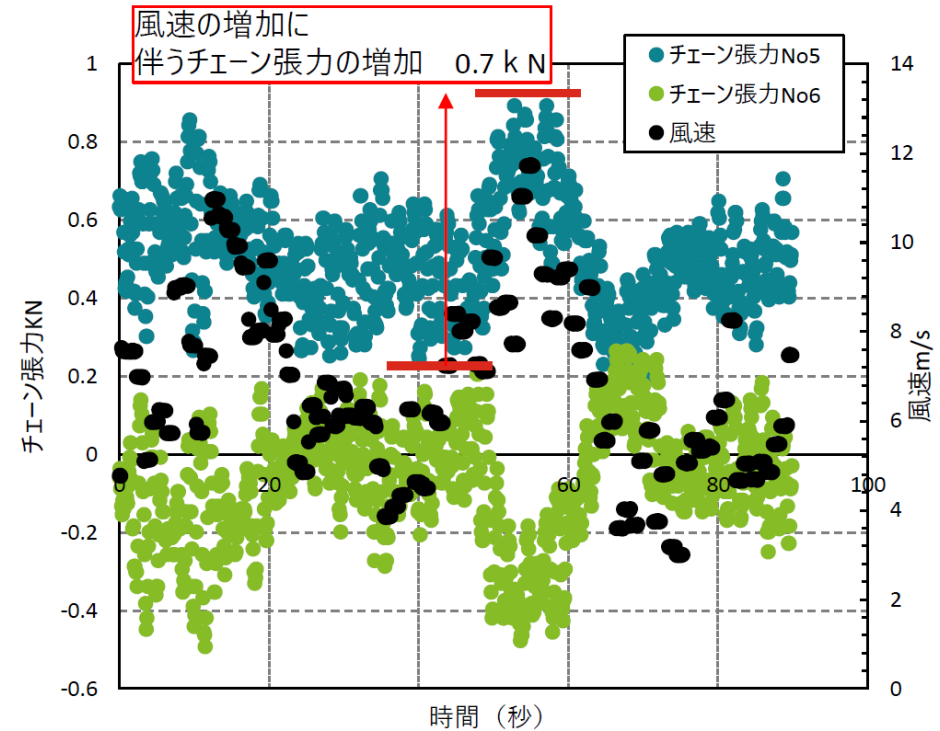
計測時風向：
東北東
浮体に対しては90°
右から左



張力計による計測

チェーンNo5

チェーンNo6



風に対して張る方向にあるチェーンNo5では風が強くなるのに対応して張力が増加している

他方、風に対して緩む方向にあるチェーンNo6では張力が減少している

チェーンの設計最大張力：46.87 kN（34m/s，浮体に対する風向0°）
 $0.7\text{kN}/46.87\text{kN} = 1.49\%$ （風速4→12m/s）が設計張力に与えた影響

今回の台風（風速4m/s→12m/s）を外力としたチェーン張力の計算値
チェーン張力の計算値：4m/s：1.52kN→12m/s：6.43kN 差4.91kN
チェーン張力の変化量： $0.7\text{kN}/4.91\text{kN} = 14.3\%$
以上より、安全側に評価できる

発電量の比較

単位：kWh

場 所		洋上				陸上	
記 号		①	②	③	④	中	東
架 台		A社製	A社製	B社製	C社製	con基礎	con基礎
PVパネル		南向9°	東西向9°	南向8°	南向12°	南向12°	南向12°
2024年	6月	0.19	0.18	0.19	0.18	0.14	0.14
	7月	0.21	0.20	0.20	0.19	0.15	0.15
	8月	0.24	0.21	0.22	0.22	0.18	0.19
	9月	0.24	0.21	0.23	0.23	0.21	0.21
	10月	0.21	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19
	11月	0.20	0.18	0.16	0.19	0.19	0.19
	12月	0.16	0.13	0.13	0.16	0.19	0.19
2025年	1月	0.15	0.13	0.12	0.14	0.15	0.15

- ・使用したデータはいずれのケースも比較的安定して計測できた日、時間帯（8:00～11:00）のみを抽出して算定
- ・表中の数値は、1時間、DC出力kWあたりの発電量の平均値
- ・抽出したデータは局所的に抽出したデータであるため全体的な評価ではない

（結果と考察）

①フロートタイプによる発電量の比較

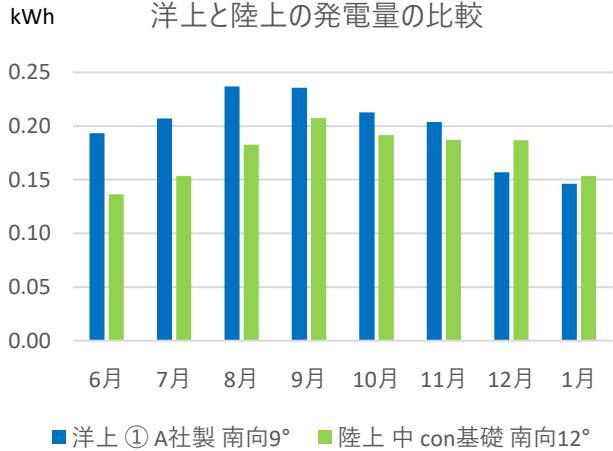
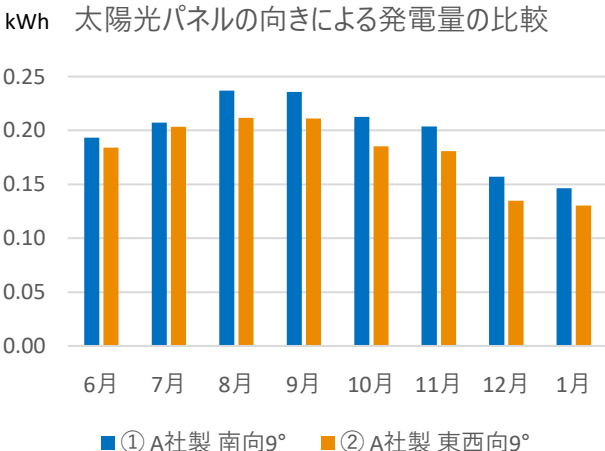
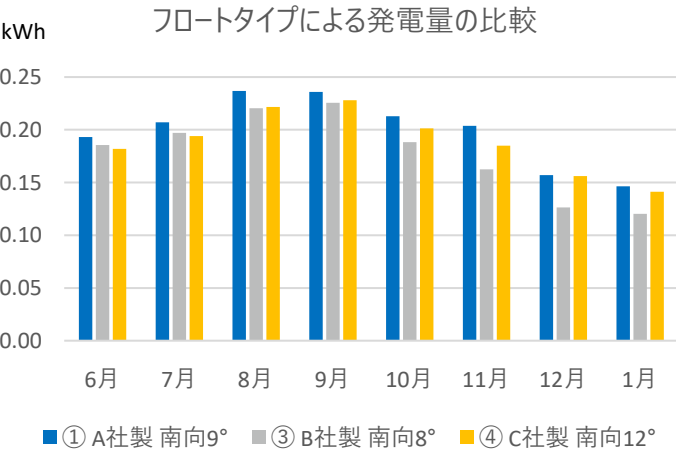
フロートタイプ、太陽光パネルの角度の違いによる発電量の顕著な差は確認されなかった。

②太陽光パネルの向きによる発電量の比較

午前中の限定的な時間での評価であるが、東西向きに比べ南向きの方が発電量が大きい結果となった。

③陸上と洋上の発電量の比較

6月～11月については、洋上部の発電量が大きく水面の冷却効果が大きく寄与したと推察される結果となった。
一方で、12月、1月の冬期においては、陸上部の発電量が洋上部を上回った。



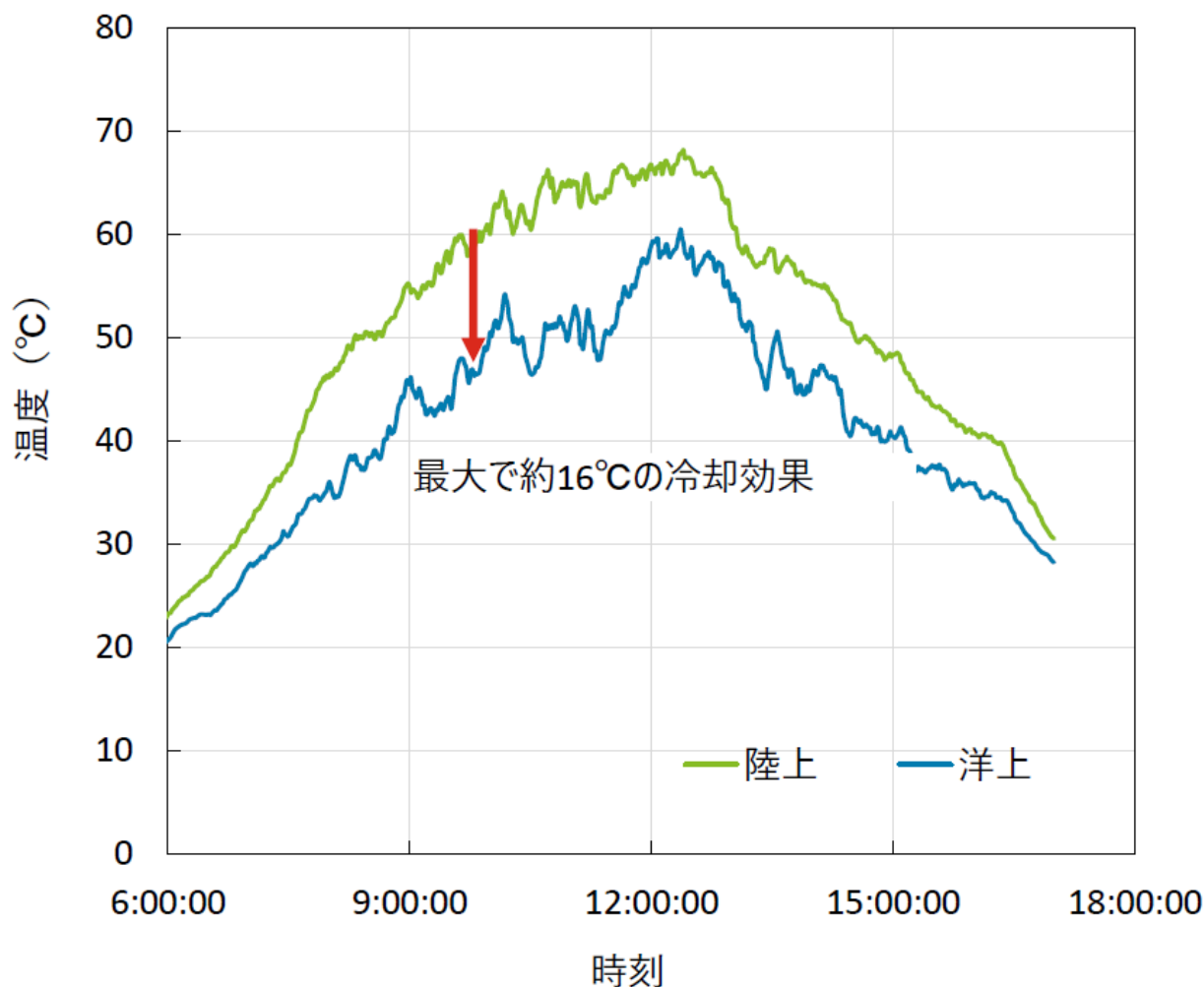
太陽光パネルの温度比較による発電量の想定（参考）

計測期間：2024/6/5 5:00～17:00

陸上の太陽光パネルに対して、洋上の太陽光パネルの温度が低いことを確認した。

右図からは最大で約 16°C の差があり、水面による冷却効果が確認された。

▶一般的に太陽光パネルの発電効率は 25°C より1度上昇する毎に約0.5%発電量が低下する。



浮体の移動試験（概要）

目的

海洋における緊急時の浮体の退避、復旧の容易性を評価し、必要に応じた係留チェーン取付部の改良、浮体の曳航方法の見直しに資する情報を取得することを目的とし実施した。

確認事項

- ・ サイクルタイム（浮体の退避～復旧）の測定
- ・ 係留チェーン等の脱着の容易性の確認
- ・ 作業台船による浮体の可搬性の確認

実施日

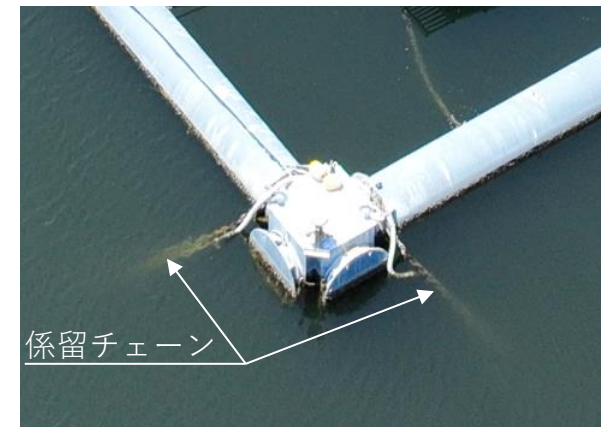
- ・ 2025年1月28日（火）

手順

- ①係留チェーンを鋼製浮体から取り外す。（2本×4箇所＝8箇所）
外したチェーンは先端にブイ（浮き）を取り付けて浮かせておく。
- ②係留チェーンを外した浮体施設は作業台船で曳航し移動させる。（約50m）
再び元の位置まで曳航し移動させる。
- ③係留チェーンを鋼製浮体に取り付け復旧する。（2本×4箇所＝8箇所）



浮体の移動・復旧 約50m



係留チェーン取付部

浮体の移動試験（状況写真）

①係留チェーンの取り外し（8箇所）



②作業台船（2台）による曳航・移動



③移動完了（約50m）と仮係留（4箇所）



④作業台船（2台）による曳航・移動



⑤係留チェーンの取付け・復旧完了（8箇所）



⑥仮係留で使ったアンカー（4基）



浮体の移動試験（結果・考察）

結果と考察

- ・今回の移動試験は実証規模（小規模）での試験であったが、手順、方法、使用した機材等については概ね問題ないことが確認できた。
- ・移動、復旧に要した時間は全体で約3.5時間（210分）程度であり、係留チェーンの脱着で約140分を要した。
- ・係留チェーンの脱着時において、浮体式の巻き上げ装置等を使用すれば、大きく時間短縮が図れると考える。
- ・浮体施設の曳航については、今回は2台の作業台船を使用し問題ないことが確認できた。
- ・浮体施設の規模が大きくなった場合、作業台船の台数、船外機の馬力増などで十分対応できるものとする。

項 目	要した時間	備 考
サイクルタイムの測定		
係留チェーンの取り外し	80 分	2本×4箇所＝8箇所あたり
浮体の移動（退避）	30 分	約50m 仮係留4箇所
浮体の移動（復旧）	40 分	仮係留撤去4箇所 約50m
係留チェーンの取り付け	60 分	2本×4箇所＝8箇所あたり
合 計	210 分	

項 目	評価	考 察
評価・考察		
係留チェーン等の脱着の容易性	△	8箇所の脱着で140分要した
作業台船による浮体の可搬性	○	作業台船2台による曳航 → 問題なし

項 目	見直し可否	対応策
課題・対策		
チェーン脱着時の補助	要	浮体式巻き上げ機の使用で時間短縮可能
大規模の浮体施設の曳航	要	作業台船の台数、船外機馬力増で十分対応可能
遠方への退避	要	接続箱の設置等で電気ケーブルが脱着できる仕様を検討

現地点検・モニタリング

2024年2月

ボルトの緩み、錆等 外観検査



電気設備の確認



ボルトの緩みや錆、外観の異常は確認されなかった。
また、波による動揺等による電気設備の動作の異常も確認されなかった。

2024年10月

ボルト・ナット緩み、腐食等の確認



ボルトの緩みや著しい錆、外観の異常は確認されなかった。

2025年 1月

ボルト・ナット緩み、腐食等の確認



ボルト・ナット緩み、腐食等の確認

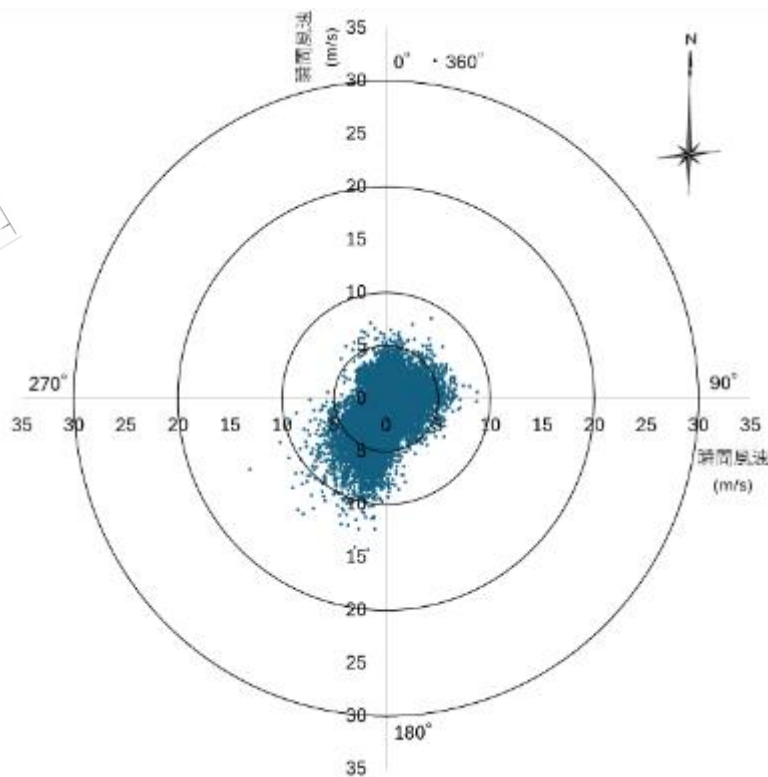
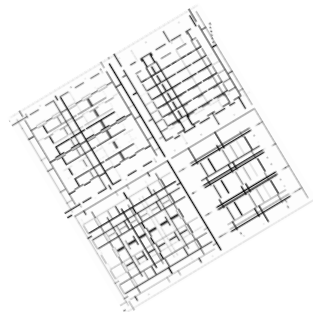


ボルトの緩みや著しい錆、外観の異常は確認されなかった。
太陽光パネルに鳥ふんの付着が確認されたが影響は軽微。

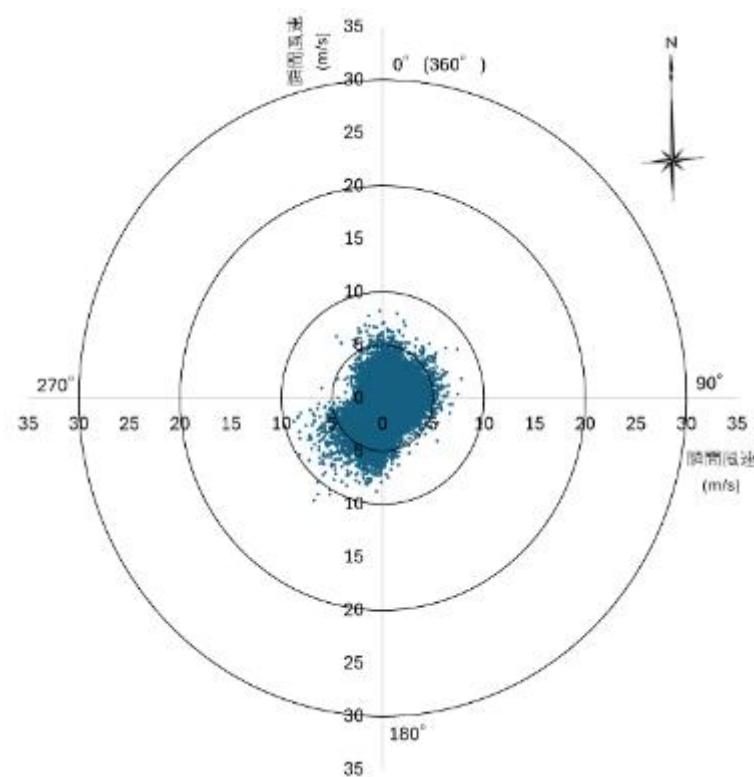
風向・風速の観測（5月・6月）

計測期間：2024/5/11～31

浮体の向き



計測期間：2024/6/1～30



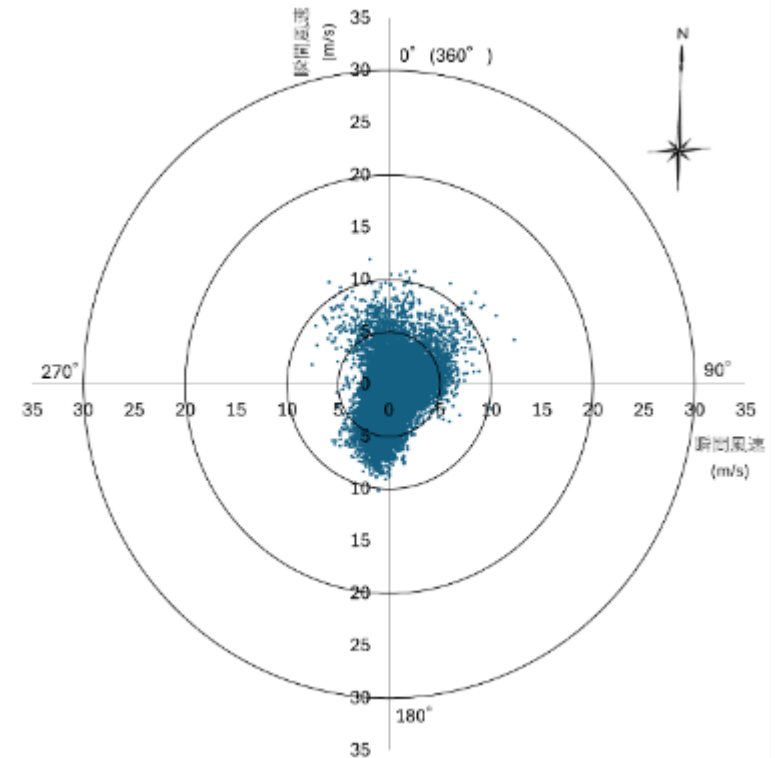
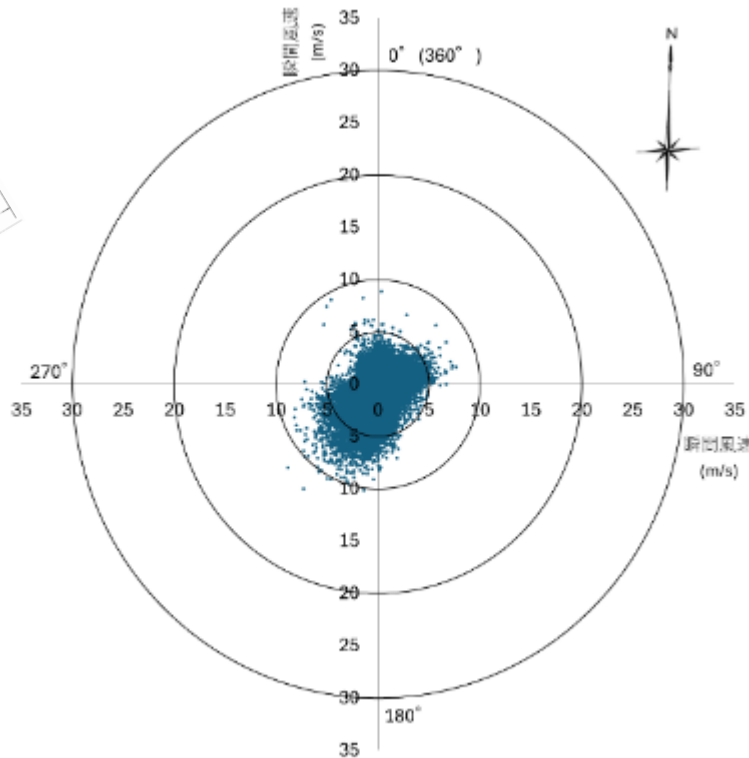
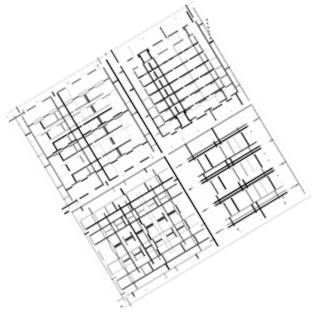
- ・上図は期間内の瞬間風速を360°方向の風向ベクトルに対応させてプロットしたレーダーチャートである。
- ・期間内の風速として、大部分は0～5m/sに分布し、20m/sを超えるような風はなかった。
- ・風向として、偏西風の影響により南西の風が多く現れていると考えられる。

風向・風速の観測（7月・8月）

計測期間：2024/7/1～31

計測期間：2024/8/1～31

浮体の向き



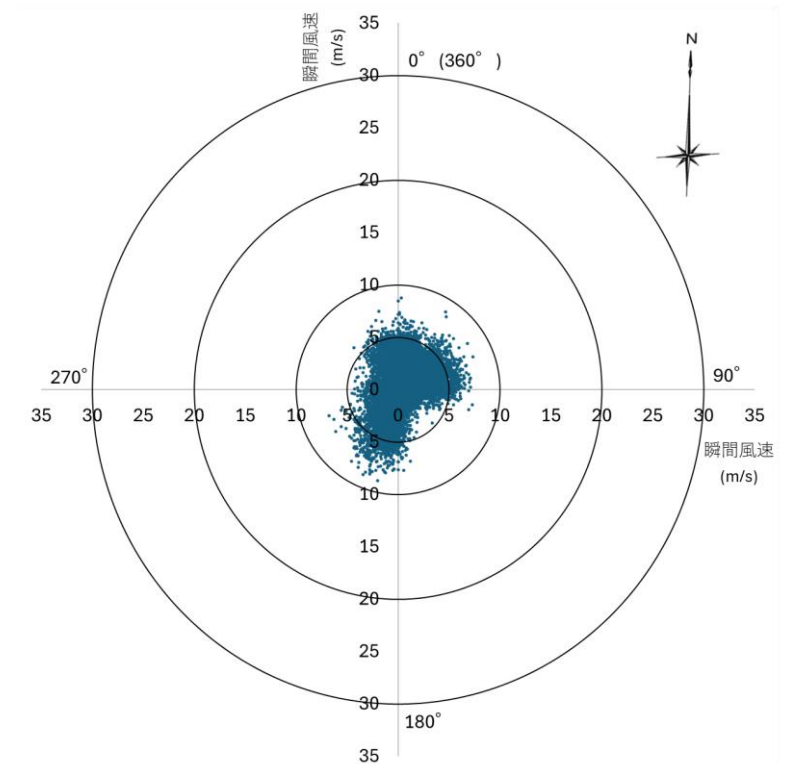
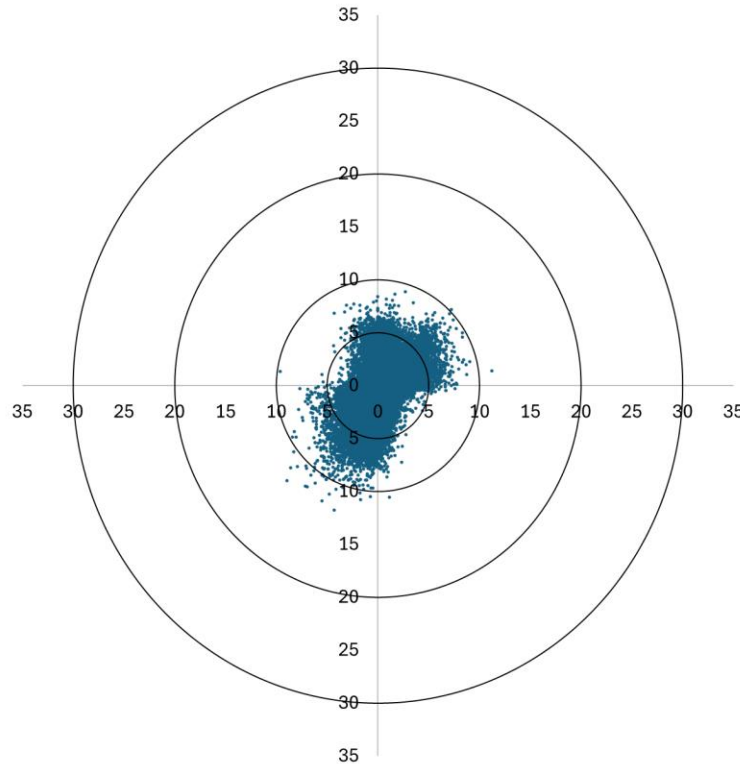
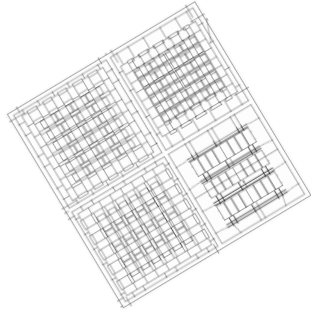
- ・上図は期間内の瞬間風速を360°方向の風向ベクトルに対応させてプロットしたレーダーチャートである。
- ・期間内の風速として、大部分は0～10m/sに分布し、20m/sを超えるような風はなかった。
- ・風向として、偏西風の影響により南西の風が多く現れていると考えられる。
- ・8月には台風7号（8/15～17）が関東地方に接近しており、その影響で北からの風も多くみられる。

風向・風速の観測（9月・10月）

計測期間：2024/9/1～30

計測期間：2024/10/1～31

浮体の向き



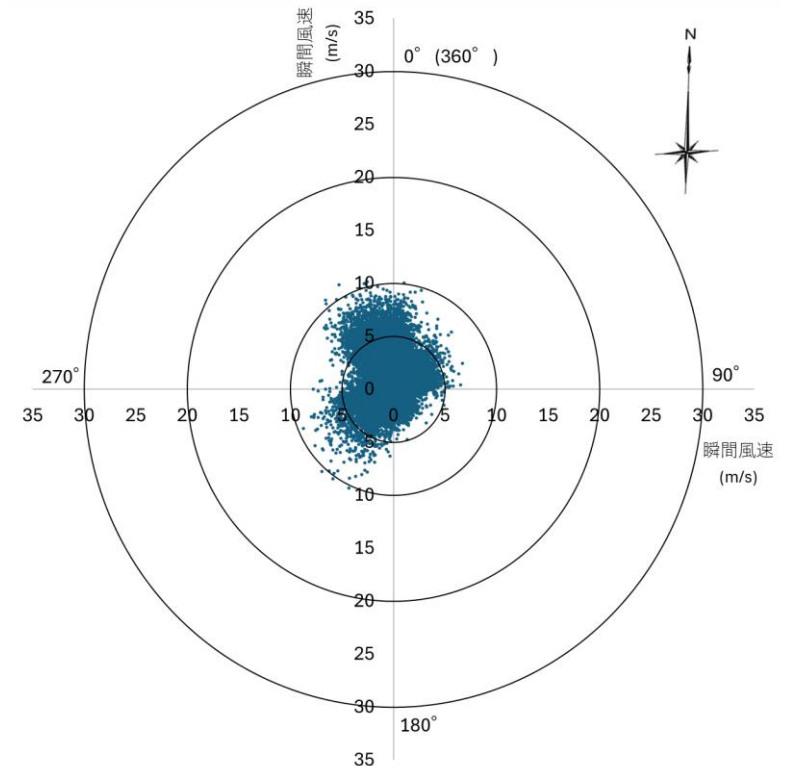
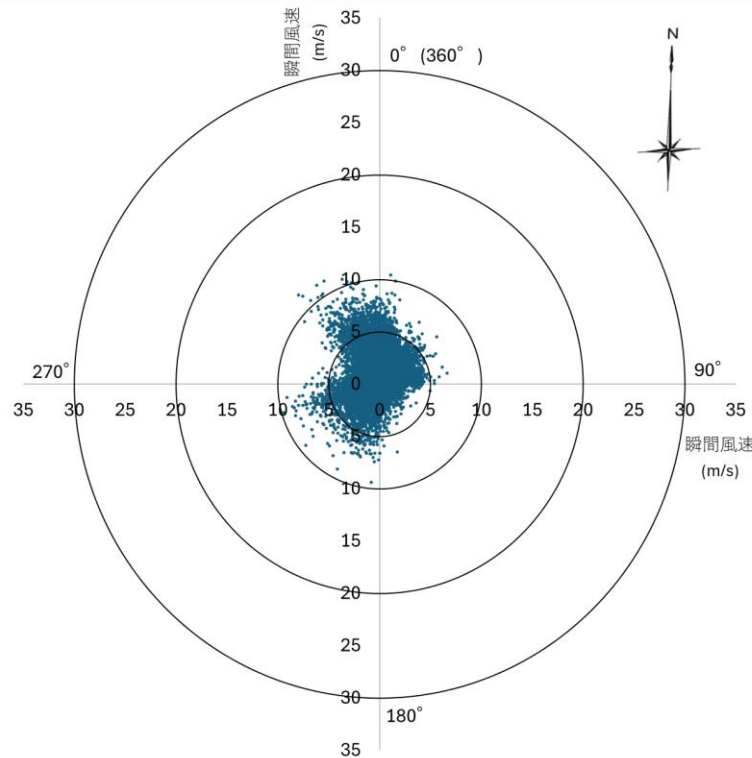
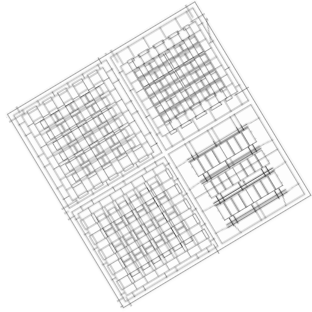
- ・上図は期間内の瞬間風速を360°方向の風向ベクトルに対応させてプロットしたレーダーチャートである。
- ・期間内の風速として、大部分は0~10m/sに分布し、20m/sを超えるような風はなかった。
- ・風向として、偏西風の影響により南西の風が多く現れていると考えられる。

風向・風速の観測（11月・12月）

計測期間：2024/11/1～30

計測期間：2024/12/1～31

浮体の向き

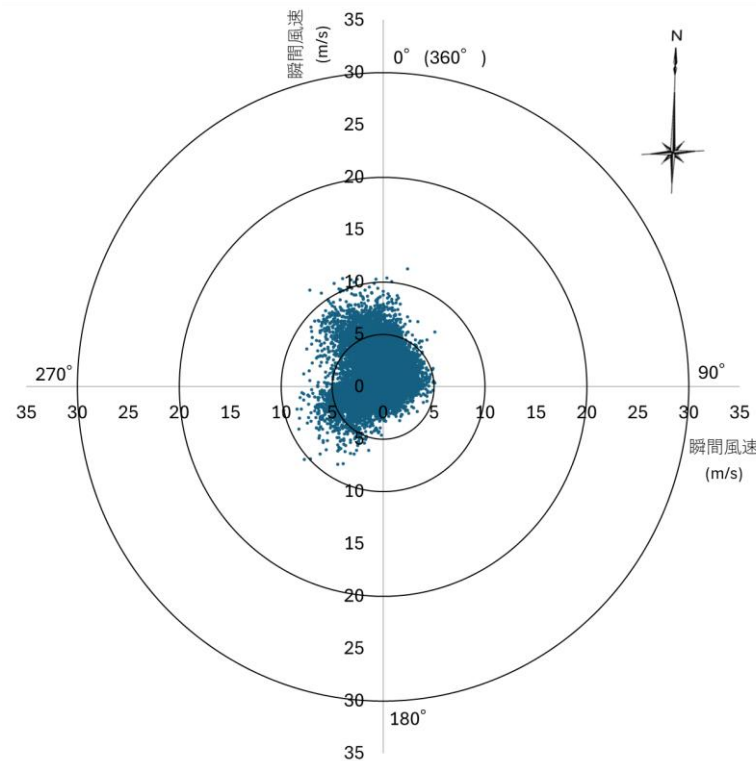
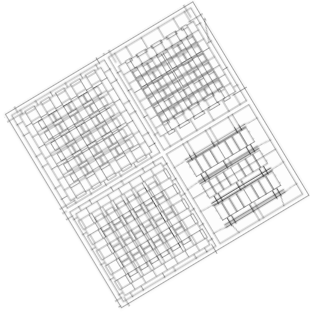


- ・上図は期間内の瞬間風速を360°方向の風向ベクトルに対応させてプロットしたレーダーチャートである。
- ・期間内の風速として、大部分は0～10m/sに分布し、20m/sを超えるような風はなかった。
- ・風向として、季節風の影響により北西の風が多く現れていると考えられる。

風向・風速の観測（1月）

計測期間：2025/1/1～31

浮体の向き



- ・上図は期間内の瞬間風速を360°方向の風向ベクトルに対応させてプロットしたレーダーチャートである。
- ・期間内の風速として、大部分は0~10m/sに分布し、20m/sを超えるような風はなかった。
- ・風向として、季節風の影響により北西の風が多く現れていると考えられる。