

2023年度成果報告会 プログラムNo.25

契約件名：

新エネルギー技術研究開発／
洋上ウィンドファーム開発支援事業／
洋上風況観測にかかる試験サイトのモデル検討・構築

発表日： 2024年2月1日

発表者名： 大澤 輝夫

団体名： (国) 神戸大学、(一財) 日本気象協会、レラテック (株)

問い合わせ先： (国) 神戸大学 大澤 E-mail: ohsawa@port.kobe-u.ac.jp、TEL: 078-431-6271

1. 目的

本事業では、洋上風力発電にかかる洋上風況観測の精度担保に必要な校正試験サイトのモデル検討・構築を行うことを目的とする。業界のニーズを反映した形で、国内一例目となる風況等観測機器の試験サイトを整備することにより、洋上風況調査の迅速化及び高精度化を図り、洋上風力発電の導入促進に貢献する。また、試験サイトに求められる基本的な仕様を整理し、二例目以降の試験サイト設置の指針となるよう取りまとめを行う。

2. 期間

2022年11月7日 ～ 2024年3月31日

3. 目標（中間・最終）

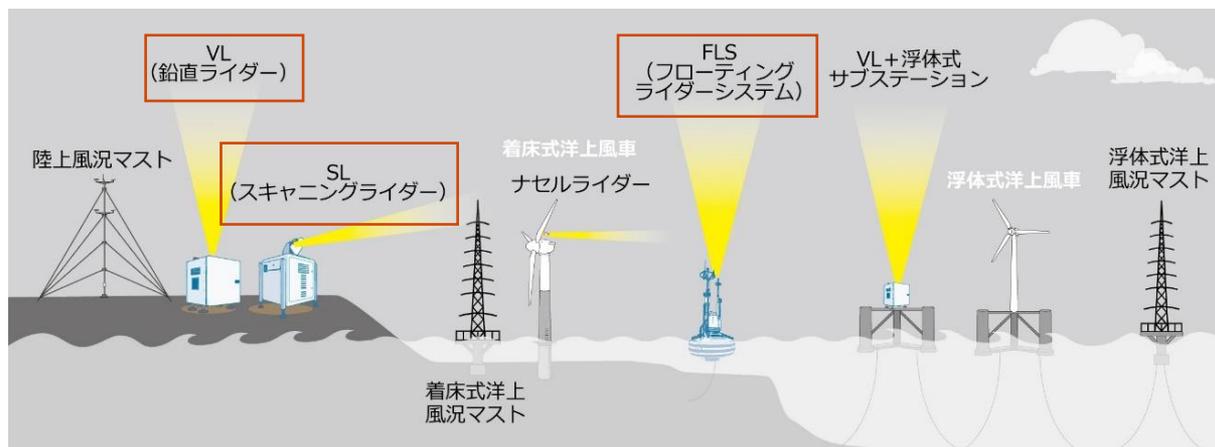
本事業では、むつ小川原港（青森県上北郡六ヶ所村）において、NEDO事業期間終了後も自立運営可能な試験サイトを構築することを目標とする。試験サイトに対する業界のニーズ調査及び事業期間中の効果測定を行い、利用者のニーズを反映した試験サイトとして整備を行う。平行して、事業期間後も試験サイトの運営が可能となるような運用スキームの検討を行い、国設サイトとして今後10年間は持続可能な運用体制を整備する。また国内一例目として、こうした試験サイトに求められる基本的な仕様について取りまとめる。

4. 成果・進捗概要

むつ小川原港に洋上・陸上気象マスト、スキャニングライダー設置場所4ヶ所からなる「むつ小川原洋上風況観測試験サイト」を構築した。試験サイトに対する業界のニーズ調査としてアンケート調査を実施し、93件の回答を得て結果の分析を行った。事業期間中に16件あったサイト利用者からの意見も含めて、2月26日の最終技術委員会に向けて、現在試験サイトに求められる基本的な仕様を取りまとめ中である。また、本事業後に神戸大学と共同で本試験サイトの管理運営を行う一般社団法人の立ち上げ準備を進めており、3月に設立予定である。

- 2019～2022年、青森県むつ小川原港湾内の施設を利用して、NEDO「洋上風況調査手法の確立」事業が実施された。
- 洋上風況調査に利用するリモートセンシング機器（RSD）の精度検証が行われ、その結果に基づいて「洋上風況観測ガイドブック」が作成された。
- 同ガイドブックでは、観測前にリモートセンシング機器の事前検証をすることが求められているが、精度検証に利用可能な公的な試験サイトが国内に存在しない。
- そこで、本NEDO事業「洋上風況観測にかかる試験サイトのモデル検討・構築」では、むつ小川原港を公的な試験サイトとして運用するための施設整備や体制構築を行う。
- 本事業が終了する2024年4月以降は、自立運営により、風力発電事業の関係者、研究開発プロジェクト、地元関係者等が広く自由に利用できる試験サイトの構築を目指す。

各種洋上風況観測手法



- ◆ 5つの研究開発項目に対する各事業者の役割分担を以下に示す。

研究開発項目と役割分担

● : 主担当、○ : 副担当

研究開発項目	神戸大学	日本気象協会	レラテック
A. 試験サイトに対する業界のニーズ調査		●	
B. 試験サイトの運用スキームの検討	●		○
C. 業界のニーズを反映した試験サイトの整備及び効果測定	○	○	●
D. 試験サイトに求められる基本的な仕様をとりまとめた報告書の作成		●	
E. 技術委員会の設置・運営		●	

- ◆ 以下に示す専門家3名からなる技術委員会を組織し、これまでに委員会を2回開催した。

技術委員会

役職	氏名	所属・役職	専門
委員長	本田 明弘	弘前大学 地域戦略研究所 所長 教授	風工学 風力エネルギー
委員	馬場 康之	京都大学 防災研究所 流域災害研究センター 白浜海象観測所 准教授	社会基盤工学（土木・防災）、水工学
委員	松尾 博志	特定非営利活動法人 長崎海洋産業クラスター形成推進協議会 エグゼクティブコーディネーター	船舶海洋工学 海洋人材育成

- ◆ むつ小川原港東防波堤上にライダーの精度検証の対象となるS1サイトを、海岸線に沿って陸上にスキャニングライダー (SL) 用の4ヶ所 (L1~L4サイト) の観測点を整備した。

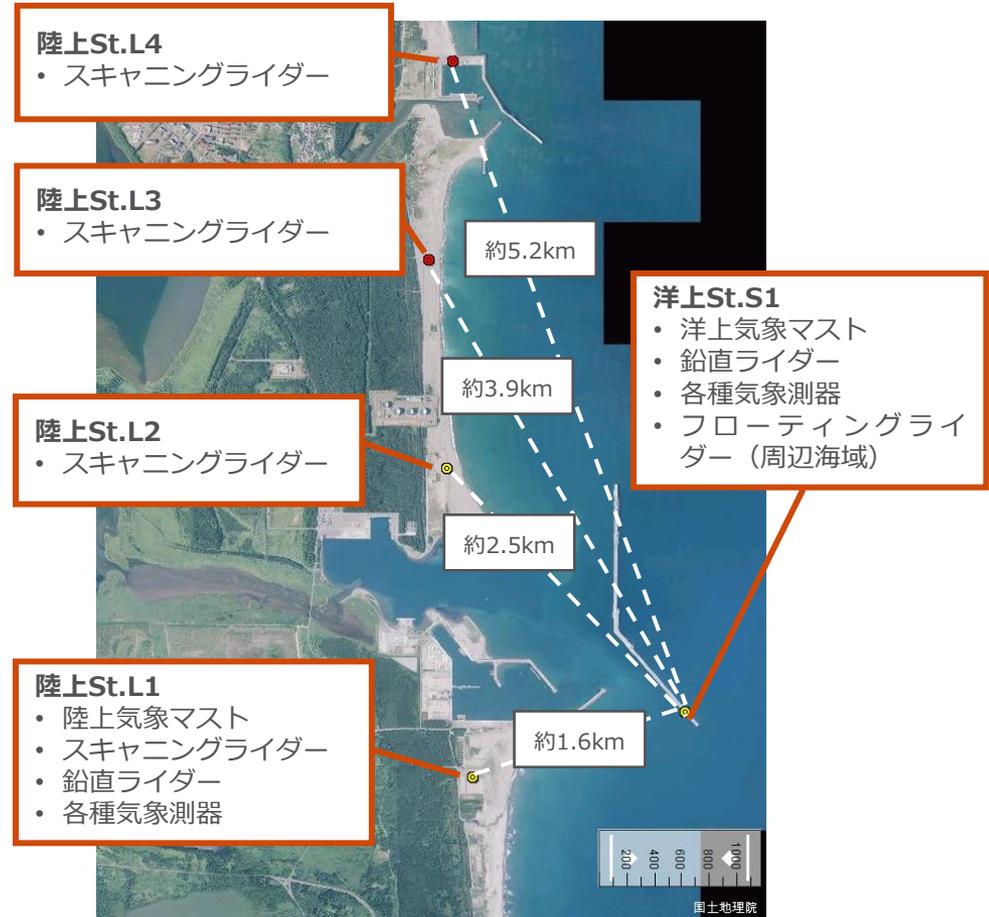
むつ小川原サイト



洋上気象マスト(S1)と陸上サイトL1



むつ小川原サイト内の観測点



- ◆ 洋上気象マストは2017年に建設されたものである。このマストを2022年度中に改修し、各種センサーを含む観測システム、電源システムを一新した。
- ◆ 高波対策のため、架台を3層から5層構造にかさ上げし、ケーブルは架空配線とした。

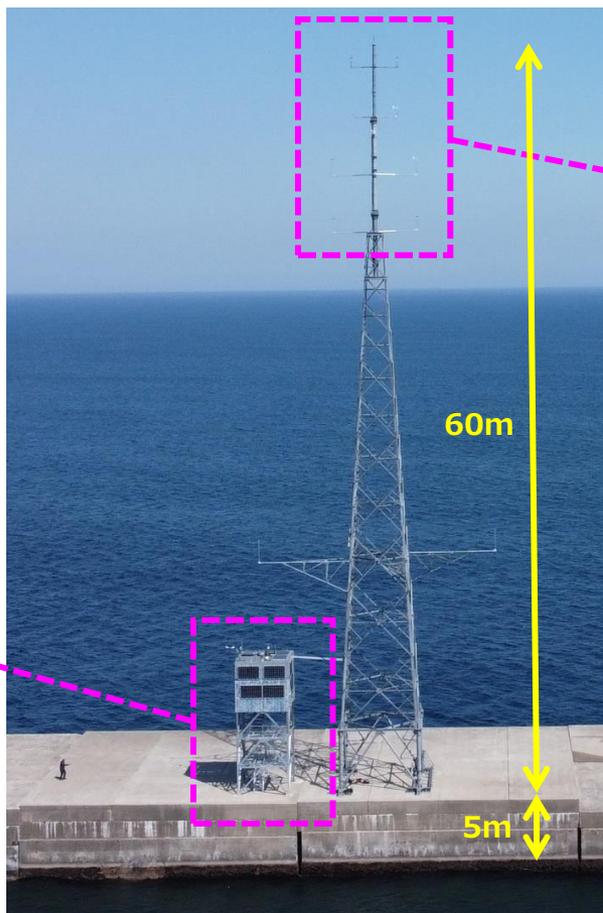
鉛直ライダーZX300



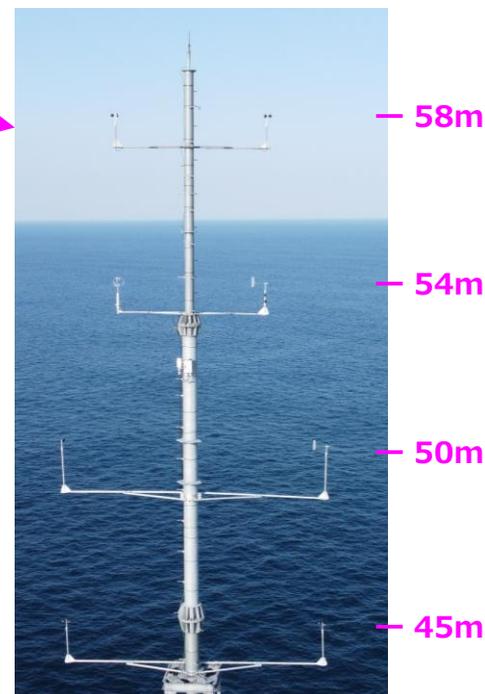
架台



St.S1全景

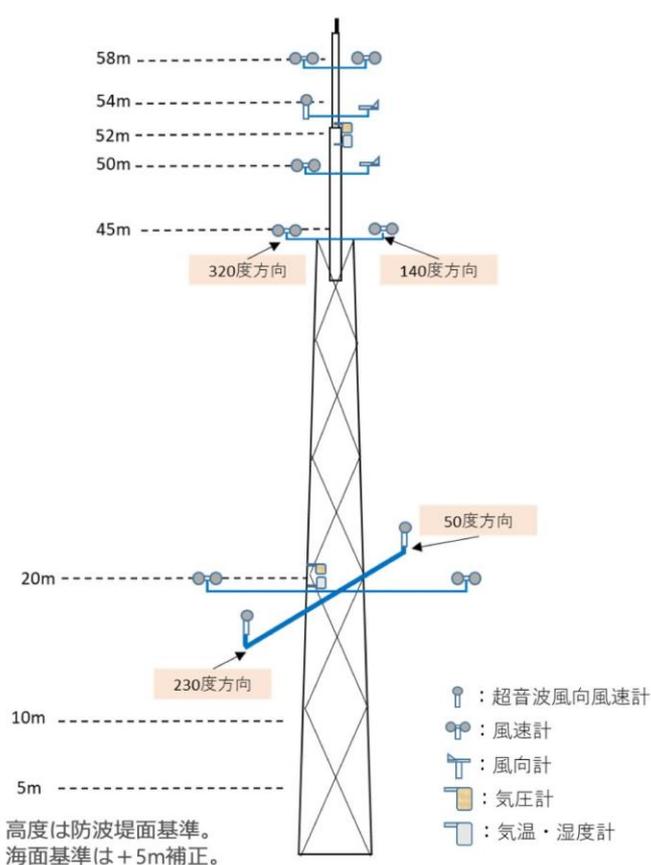


気象マスト上部



- ◆ 海面高5mの防波堤上に高さ60mの気象マストを設置。
- ◆ 精度検証には主として高度58mの三杯式風速計、高度54mの矢羽式風向計を使用。

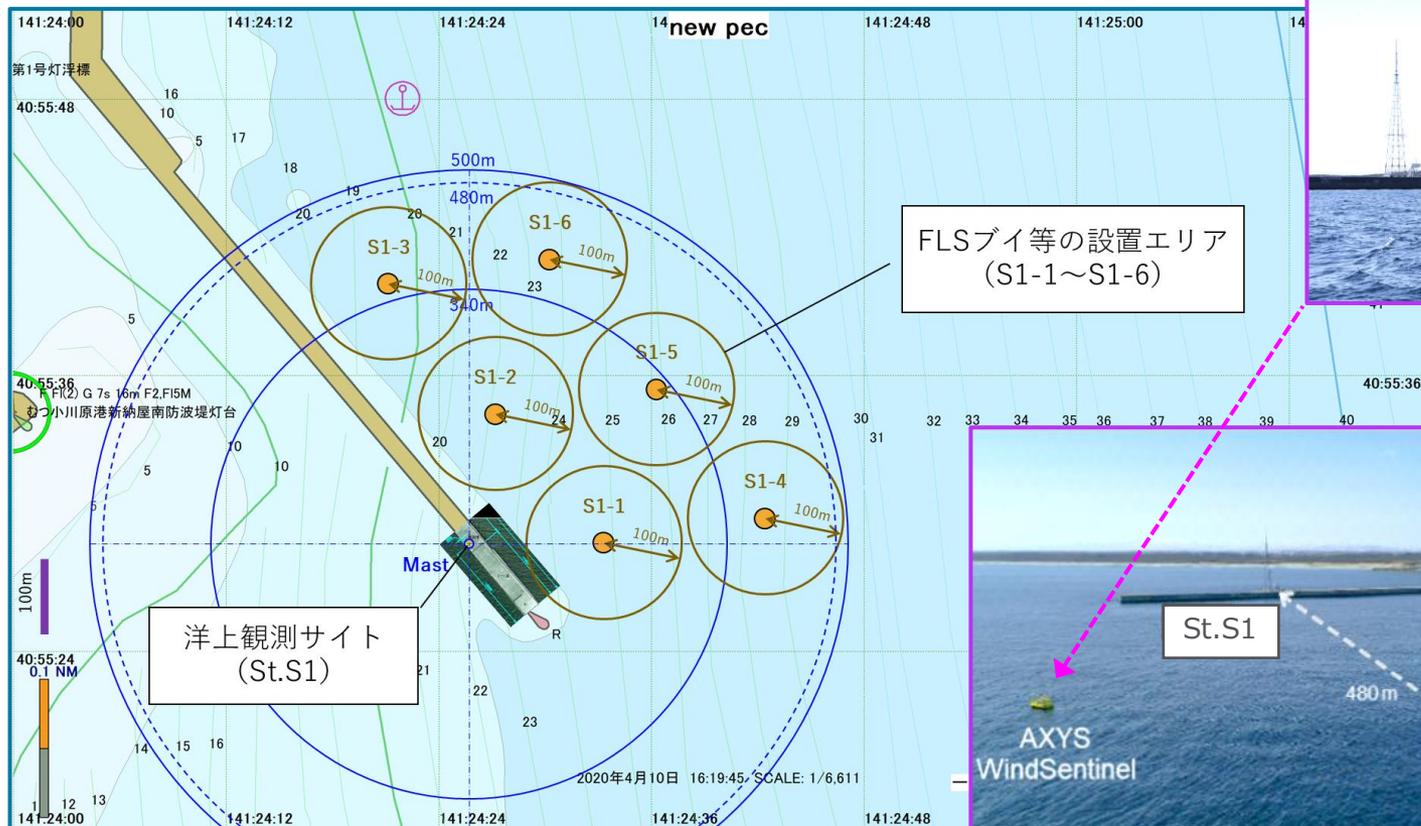
洋上気象マストに設置されたセンサー類



高度	設置方位	センサー種類	機種
58m	320°, 140°	三杯式風速計	Thies First Class Advanced ヒータ付
54m	320°	超音波風向風速計	SAT-900
54m	140°	矢羽式風向計+ GeoVane	Thies First Class ヒータ付 (方位補正有)
52m	320°	気温, 相対湿度, 気圧	CVS-155D, RH5X
50m	320°	三杯式風速計	Thies First Class Advanced
50m	140°	矢羽式風向計	Thies First Class
45m	320°, 140°	三杯式風速計	Thies First Class Advanced
20m	140°, 320°	三杯式風速計	Thies First Class Advanced
20m	50°, 230°	超音波風向風速計	SAT-900
20m	320°	気温, 相対湿度, 気圧	CVS-155D, RH5X
20- 310m	-	鉛直ライダー	ZX300M
-	-	海象計	設置予定
-	-	雨量, 海表面温度, 視程, GPS, カメラ等	-

- ◆ フローティングライダー（FLS）の設置予定海域は、洋上気象マスト東側、半径500m以内の海域とする。同時に最大6台までの観測ができるように区分けを行った。

FLS設置可能場所

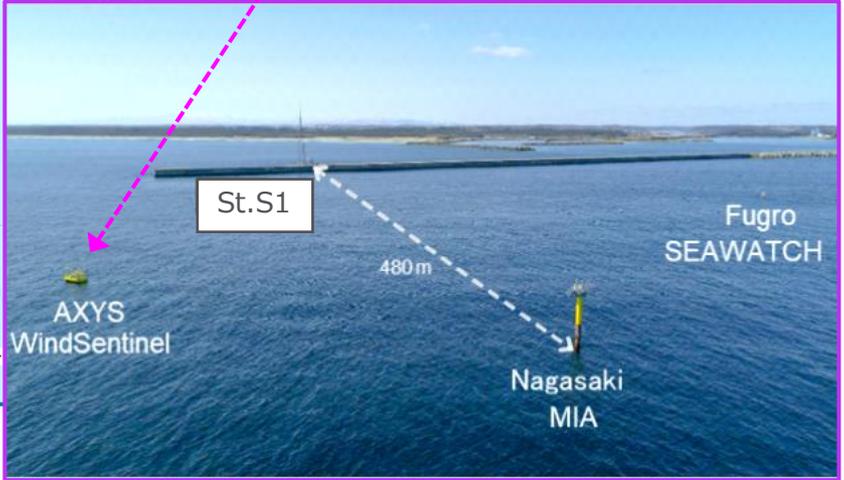


FLSブイ等の設置エリア
(S1-1~S1-6)

洋上観測サイト
(St.S1)



前NEDO事業での
FLS観測の例

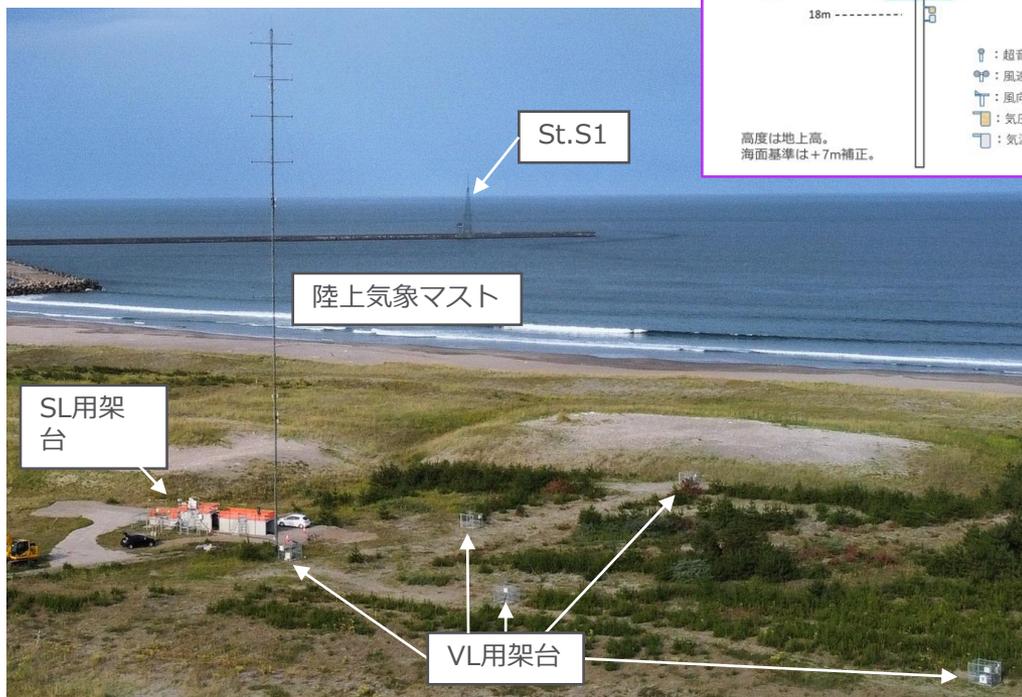


- ◆ 陸上L1サイトには気象マスト及び鉛直ライダー（VL、WindCube）を設置。
- ◆ SL用架台上では同時に8台の設置が可能。
- ◆ マストによるVLの検証も可能。

陸上気象マストに設置されたセンサー類



St.L1の全景



スキャニングライダー用架台



- ◆ SL観測用に洋上マストから少しずつ距離を離して4つの観測点を設置。
- ◆ SLを2箇所を設置することにより、距離に応じたデュアル観測の検証が可能。

St.L2
(S1から2.5km)



St.L3
(S1から3.9km)



St.L3
(S1から3.9km)



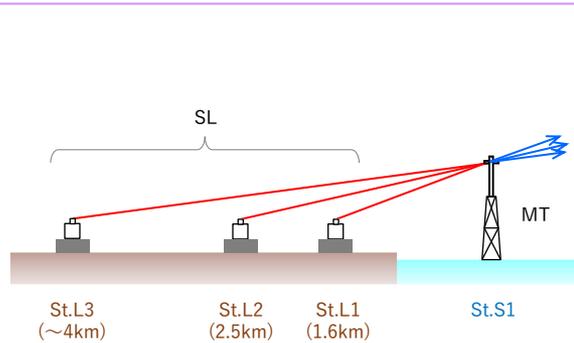
前NEDO事業利用時から増設。
SL7台設置可能。

2023年12月完成。
SL3台設置可能。

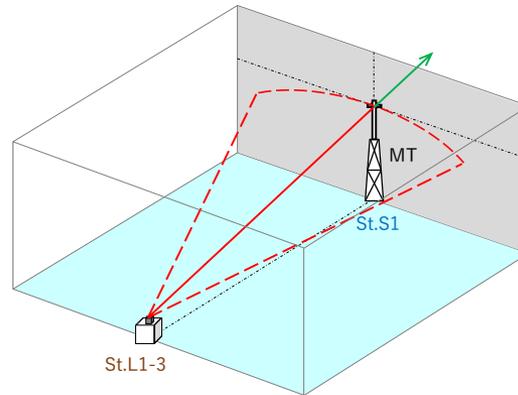
六ヶ所村海水漁協屋上を借用。
本事業でDSL観測に使用。

◆ むつ小川原サイトでは、様々なライダーの精度検証や性能試験等が可能。

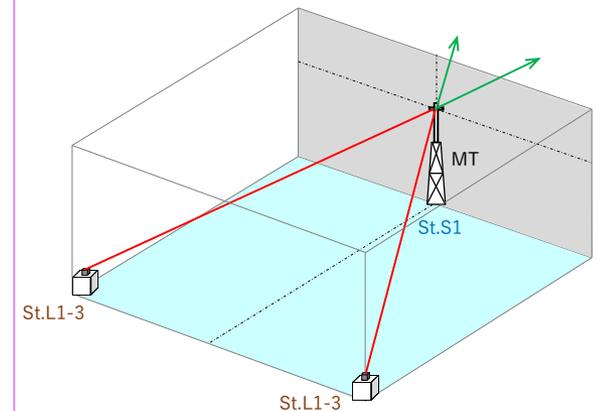
試験サイトで実施可能な試験種別



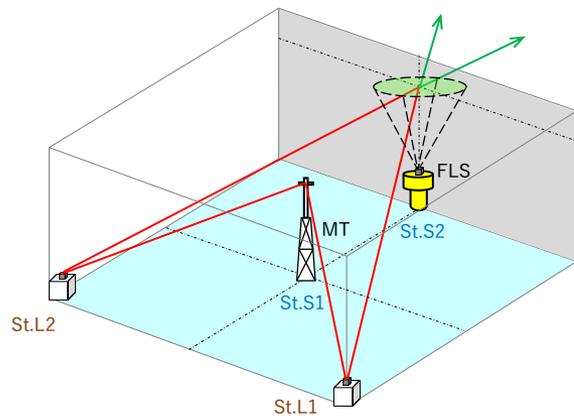
(a) スキャニングライダー視線風速観測



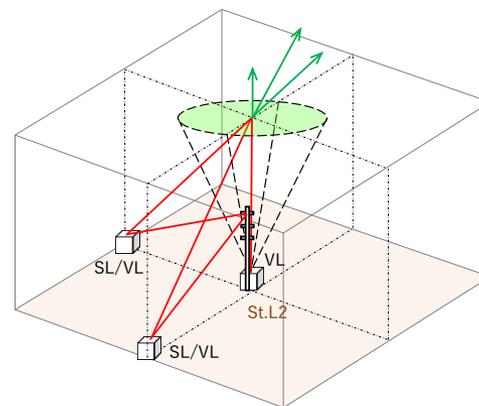
(b) シングルスキャニングライダー観測



(c) デュアルスキャニングライダー観測



(d) フローティングライダー観測



(e) 鉛直ライダー観測

ライダー以外の風況観測測器の精度検証
衛星観測データの精度検証
風況数値シミュレーションの精度検証
etc.

(f) その他の検証試験

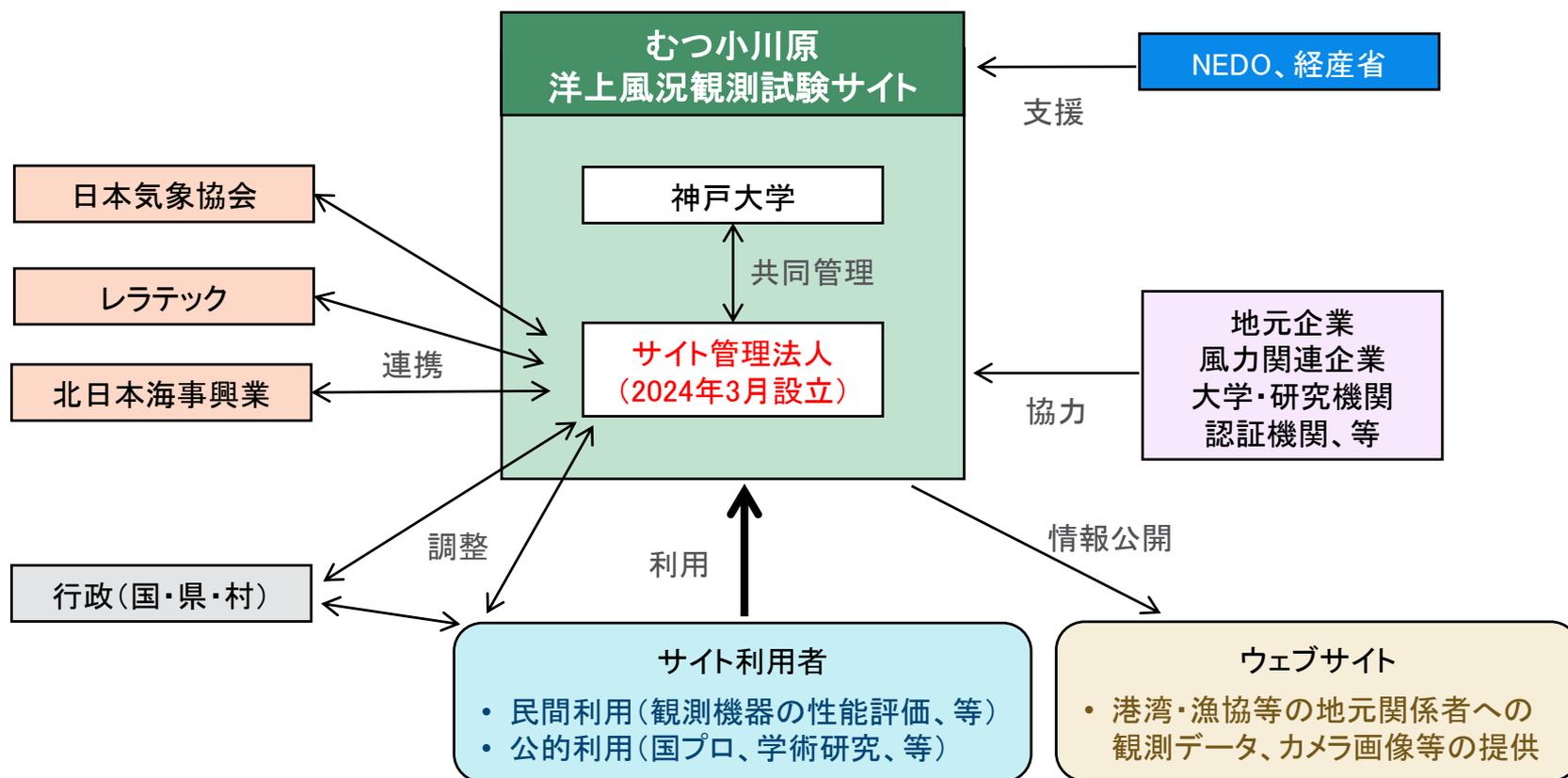
- ◆ サイト整備と並行して、本事業期間後も試験サイトの運営が継続的に可能となるような運用スキームの検討を行った。

試験サイト自立運用までのロードマップ

事業フェーズ	新NEDO事業期間		事業後
	① 移行・整備フェーズ	② 仮運用フェーズ	③ 自立運用フェーズ
期間	2022年度（3Q-4Q）	2023年度	2024年度以降
設備所有者	むつ小川原港洋上風力 開発株式会社	NEDO （神戸大学）	神戸大学
フェーズ説明	前NEDO事業からの移行期として、試験サイトの整備と仮運用に向けた準備を実施する期間	整備完了後の新しい観測設備により、試験サイトの仮運用を開始し、効果測定を実施する期間	事業終了後に、構築された新しい運用スキームの下で、自立的に試験サイトを運営する期間
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ サイト設備の整備 ・ フェーズ②、③での運用スキームの検討 ・ サイト利用者の継続受入 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業内での新しい体制での仮運用 ・ 試験サイトの効果測定・見直し ・ フェーズ③での運用組織の立ち上げ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産官学連携による自立的運営 ・ 民間利用、公的利用、学術利用等への対応 ・ 国プロ等の研究開発事業の誘致、等

- ◆ サイト整備と並行して、本事業期間後も試験サイトの運営が継続的に可能となるような運用スキームの検討を行い、現時点で以下のような管理運営体制を検討中である。

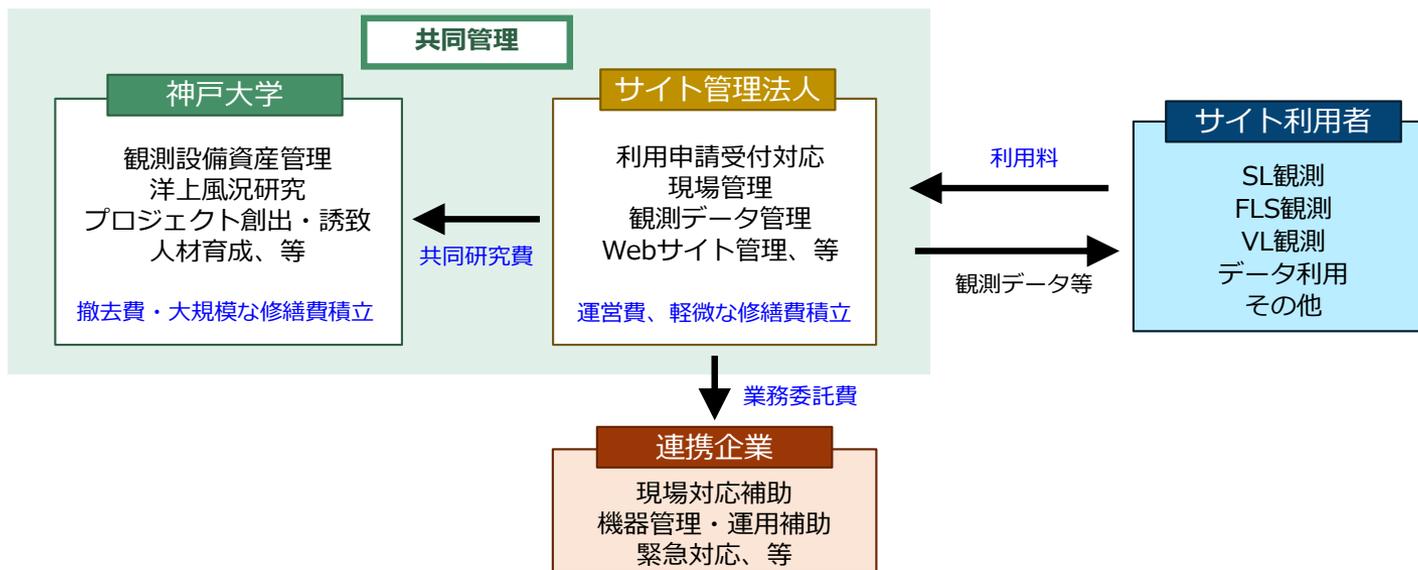
検討中の運用スキーム案



主な業務内容

- 1 利用者の窓口対応（データ利用料の徴収等）
- 2 現場での設置撤収・観測対応（設置許認可申請補助、工事補助、除雪等含む）
- 3 施設管理（占用許可等の許認可含む）
- 4 利用者への観測データ提供
- 5 観測値モニタリング・データサーバ管理
- 6 観測設備メンテナンス（燃料補給、測器交換、修繕等）
- 7 広報（試験サイト周知・利用促進、研究開発事業誘致）
- 8 その他トラブル対応（ブイ流出、機器損壊等への緊急対応等）

運用資金フロー案



- ◆ 本試験サイトの情報を広く周知するために、WEBサイトを開設。

神戸大学内のTOPページ



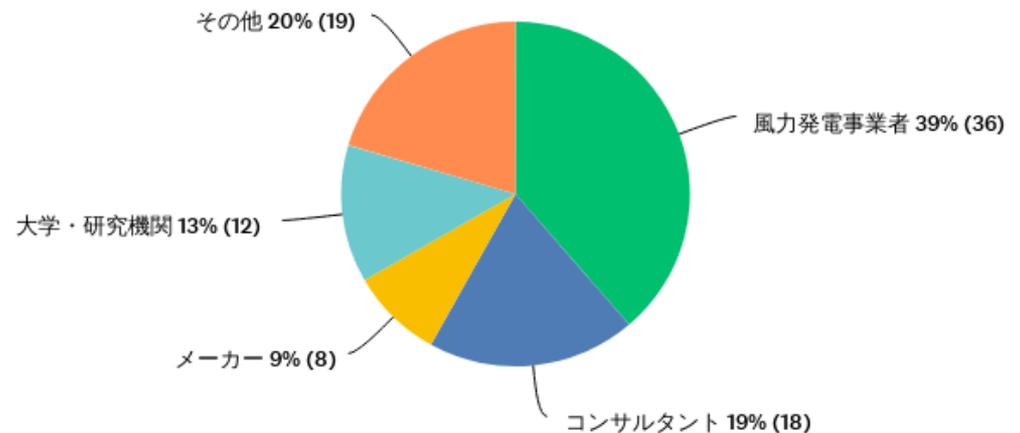
- 神戸大学内のTOPページ
<https://www.lab.kobe-u.ac.jp/gmsc-airsea/mutsu/>
- サイト利用者公式WEBサイト（利用窓口）
<https://mo-testsite.com/>

公式WEBサイト コンテンツ

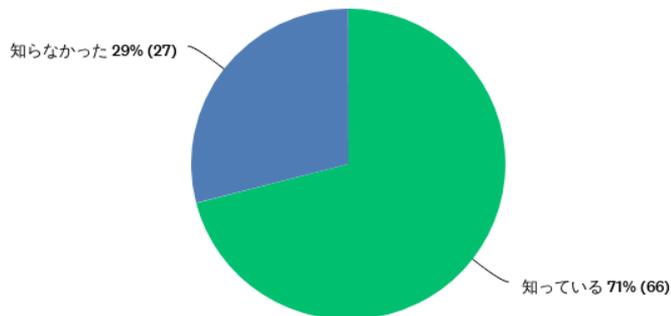
No.	内容
1	TOP
2	ABOUT
2-1	事業概要
2-2	観測サイト
2-3	サイト環境
2-4	履歴
2-5	メディア
3	NEWS
3-1	最新情報
3-2	リアルタイムデータ
3-3	カメラ
4	SERVICE
4-1	ご利用案内
4-2	ご利用の流れ
4-3	試験サイト空き状況
4-4	FAQ
5	OPERATOR
5-1	実施者
5-2	お問い合わせ

- ◆ 本ニーズ調査は、むつ小川原港の試験サイトとしての機能拡充、その後の施設運営の方向性を検討するにあたり、実際にサイトを利用することが想定される風力発電事業者、コンサルタント、風況観測機器メーカー、研究機関等のニーズを調査し、試験サイトとして必要とされる仕様（観測項目・精度、施設規模、等）の策定に資することを目的とする。
- ◆ ニーズ調査で得られた結果から試験サイトに求められる基本的な仕様を整理し、本事業以外の試験サイト設置の指針となるよう取りまとめを行う。
- ◆ 調査方法
 - 期間：2023年8月15日～9月1日
 - 対象：風力発電事業者、コンサルタント、風況観測機器メーカー、研究機関、等
 - 形式：WEBアンケート、Excel形式のアンケート表
 - 配布数・回答数：
 - 配布数：212（メール+郵送）
 - 回答数：93件

Q3 回答のあった法人の業種

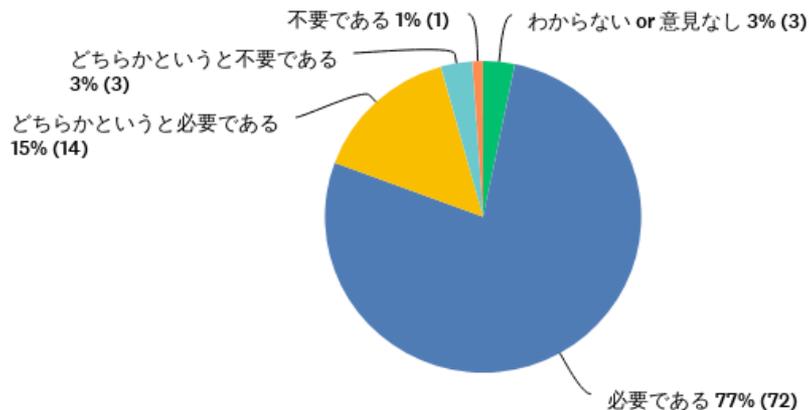


Q4 むつ小川原の試験サイトを知っているか？



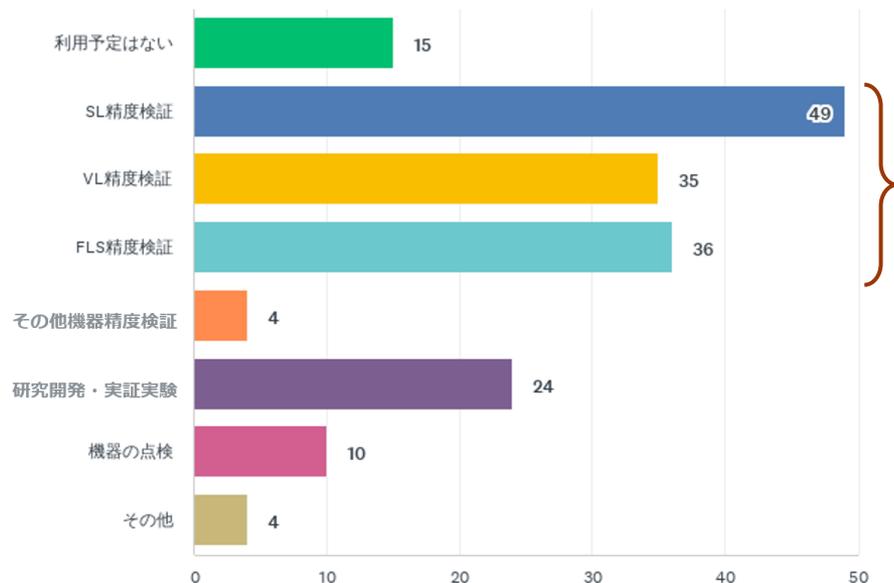
- 「知っている」が7割を超えており、風力発電業界での認知度は高い

Q5 試験サイトは必要か？



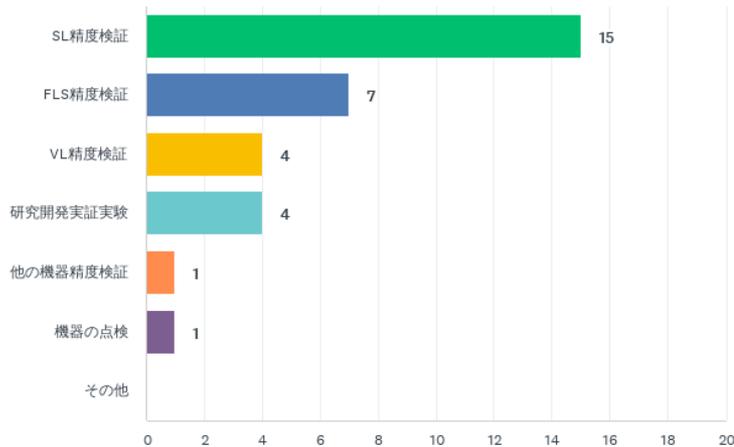
- 「必要である」、「どちらかという必要である」を合算すると9割を超え、ニーズは高い。

Q10 試験サイトの利用用途は？

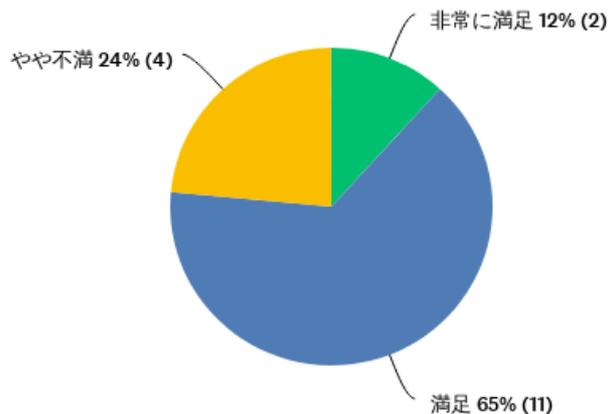


- 全体ではライダーの精度検証が大半を占め、SL、FLS、VLの精度検証の順で多かった。
- 業種別に見た場合、事業者とコンサルはライダーの精度検証が多く、似た傾向を示した。
- メーカーと大学・研究機関は「研究開発・実証実験」の割合が多く、メーカーは「機器の点検」の割合が他の業種と比べて多かった。

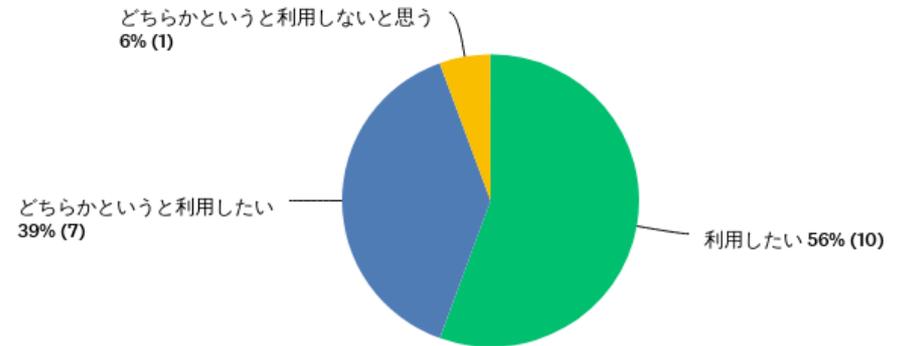
Q35 利用時の目的



Q36 利用時の満足度



Q37 今後の利用予定は？



- 利用目的は「SL精度検証」が最も多く約半数であった。
- 利用時の満足度は「非常に満足」「満足」を合算すると約8割となり、満足度は高かった。
- 満足度がやや不満であった理由として、「提供データが限定的であった」、「SLの架台が狭い」、「SLを一方向にしか設置できない・回転できない等」の回答があった。
- 今後のサイト利用予定について、「利用したい」、「どちらかという利用したい」を合算すると9割を超えた。

主にハード面のニーズ

ニーズ	発電事業者	コンサル	メーカー	研究機関等
IEC規格に準拠した（精度の担保された）気象マスト観測データの提供	◎	○	◎	◎
高高度（60m超）の気象マスト観測データの提供	○	○	◎	○
気象マストに併設したVL観測データ	○	◎	○	○
陸上サイトからの視程距離	△	×	○	×
陸上サイトの監視カメラによる現場状況	×	×	○	○
SLの精度検証に基準器となるSLデータ	△	○	○	△
長距離（3km以上）の測定に対するSLの精度検証を可能な環境	○	◎	△	△

◎：75%以上、○：50%以上75%未満、△：25%以上50%未満、×：25%未満

- 「精度の担保された観測データの提供」のニーズは、どの業種においても高かった。
- 次いで、「高高度気象マスト観測データ」や「VL観測データ」のニーズが高く、ハブ高度やローター面に相当する高高度での精度検証が求められていることが示唆された。
- 発電事業者やコンサルタントはニーズの傾向が似ており、SLの長距離計測に対応した精度検証へのニーズも高かった。

主にソフト面のニーズ

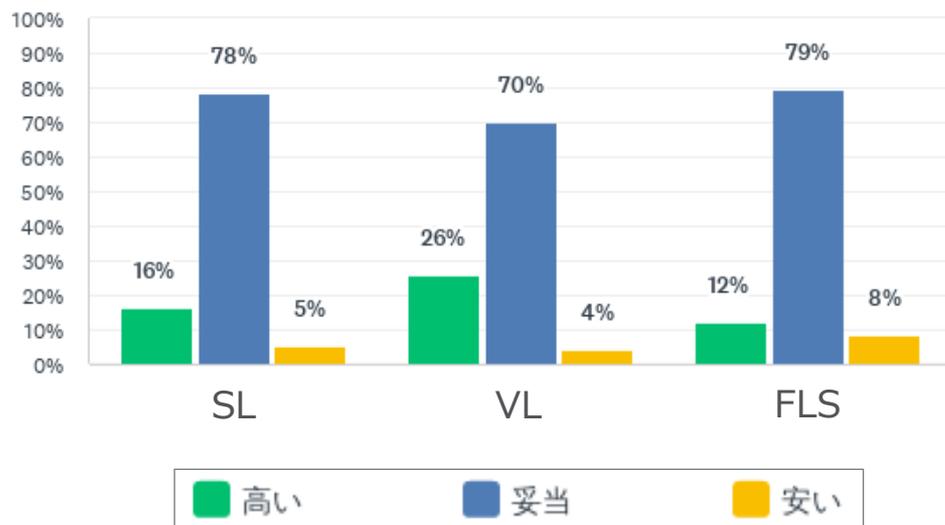
ニーズ	風力発電事業者	コンサル	メーカー	研究機関等
SLの設置作業	△	○	×	○
SLのメーカー（代理店）による調整作業	○	○	×	○
試験サイトまでの機器輸送（FLS除く）	△	△	×	△
FLS設置に係る許認可申請サポート	○	△	△	×
第三者機関としての精度検証に係るデータ解析・レポート作成	○	○	◎	○
機器の点検	○	○	△	○

◎ : 75%以上、○ : 50%以上75%未満、△ : 25%以上50%未満、× : 25%未満

- 「第三者機関としての精度検証に係るデータ解析・レポート作成」のサービスは、どの業種でも要望が多かった。
- 風力発電事業者とコンサルタントは概ね似たニーズ傾向であった。
- 機器に関する対応は自前で実施することが前提であるメーカーは、ニーズ傾向が他の業種と大きく異なっていた。

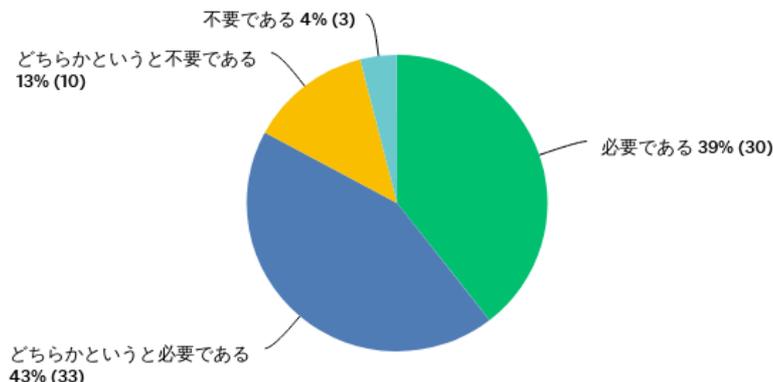
- ◆ **利用料**：SL・VLは150万円/台（最大2ヶ月/回）、FLSは300万円/台（最大3ヶ月/回）
- ◆ **利用料に含まれるもの**：機器の設置スペースと利用期間中の洋上気象マストのデータ
- ◆ **利用料設定の背景**：むつ小川原サイトをサイト利用費だけで5年間維持していくことを仮定し、利用想定に基づいて試算すると、凡そSL・VLは250万円/台、FLSは500万/台の利用料が必要となる。試験サイトを運用していくためには、洋上気象マストの主電源である燃料電池の交換等の保守費用、経年劣化したセンサーの交換等の設備更新の費用、設備を最終的に撤去するために必要な撤去費用の積立金が必要となる。

Q32 今年度設定したサイト利用費は妥当か？



- 各機器ともに「妥当」との回答が多数であった。
- VLは、SLとFLSと比べると「高い」の割合が比較的高かった。
- 自由記述の意見では、「利用状況に応じて設定されていれば妥当」、「テストサイトが持続可能な金額設定にして頂きたい」等が複数あった。
- 今年度の金額設定で妥当との意見は多いが、利用状況、運営状況に応じて適切に設定するのが望ましい。

Q32 むつ小川原以外の試験サイトは必要か？



- 追加試験サイトのニーズは「必要である」、「どちらかという必要である」を合算すると8割を超えており、ニーズは高い。
- 追加試験サイトに期待する要件は、むつ小川原と異なる気象海象条件のサイトとの回答が約4割あった。
- その他、「アクセスがしやすい」、「待ち時間がない」、「FLSの検証ができる地点」等の意見もあった。

Q34 追加試験サイトの望ましいエリアは？



- 東北地方（日本海側）、北海道地方（日本海、オホーツク海側）が多かった。
- 追加の試験サイトに希望する要件の中には、「むつ小川原と異なる日本海側」、「想定事業サイト（促進区域）と同等の環境」等の要望があり、これが上記海域の要望理由と考えられる。

◆ アンケート調査より

- 追加の試験サイトのニーズは高い結果であった。
- むつ小川原サイトの利用者の満足度は高く、今後も利用したいと考える利用者が多かった。追加試験サイトの検討にあたって、同サイトを参考に検討するのがよいと考える。

◆ 試験サイトに求められる基本的な仕様の検討

- 抽出された項目に対して具体的な仕様を検討する。
- 仕様検討にあたって、ニーズを満たすために必要な経費（イニシャルコストおよびランニングコスト）を試算し、費用対効果についても考慮する。

◆ 将来的な試験サイトのあり方の検討

- 今後5～10年程度先までに想定される試験サイト利用の需要見込みの予測を、今回のアンケート調査結果、仮運用フェーズでの利用状況、国の施策動向や社会情勢（再エネ海域利用法の公募計画等）から予測する。
- むつ小川原サイト以外の試験サイトのニーズがあることがアンケート結果より示唆されたため、追加試験サイトの立地・必要な条件等についてアンケート結果等に基づいて整理・検討していく。