

# NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-3

新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業/  
社会課題解決枠フェーズA(未利用エネルギー利用促進分野) /

## 風況的に優れた環境を作りだす屋上設置型の マイクロ風力発電モジュールの開発

発表：2025年7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 佐藤靖徳

\*団体名 (企業・大学名など) (株)株式会社パンタレイ

再委託先：(国)長岡技術科学大学

問い合わせ先 株式会社パンタレイ HP：<https://www.pantarhei-japan.com/>

## 1. 目的

本事業は、屋上設置に適した低騒音・高耐風性・高効率な小型風力発電モジュールの開発を目的とする。独自の縦渦リニアドライブ風車と集風体を組み合わせることで、微風から暴風まで対応可能な構造を実現し、太陽光が設置困難な都市部や災害時の独立電源として活用できる再エネシステムの社会実装を目指す

## 2. 期間

2024年4月4日 ～ 2025年3月31日

## 3. 目標（中間・最終）

- ・ 設計方法の確立：風速6m/sで最大効率、12m/sで200Wを出力する1/5スケールの最適形状を解明
- ・ 設計風車の実証：屋上設置環境下での発電実験を通じ、発電効率・耐久性・騒音性能等を検証
- ・ ビジネス化検討：市場ニーズ分析に基づく製品設計とコスト目標の設定、パートナー企業との連携体制構築

## 4. 成果・進捗概要

- ・ 技術成果：円柱-フィンの導入により最大 $C_p$ 6%の性能向上を実現し、二重リングとの併用で最大4.5倍の出力向上を確認。これにより、相乗効果で最大 $C_p$ =27%が理論上可能であることを示した。風洞実験およびフィールド実証により、最適形状の選定および設計指針の構築を完了。
- ・ 試作・実証：ローター径1.2mの1/5モデルを試作し、寺泊水族館にてフィールド設置・試験を実施。風速3m/sでも確実に回転し、風速10m/sでも騒音48dB以下を確認。暴風や突風（最大23.5m/s）にも耐える構造であることを実証。集風体の設置により風向特性と稼働率を改善。
- ・ 企業化への進展：次フェーズに向けた仕様立案、増速機導入計画、ならびに導入候補先との連携体制を構築済み。風況シミュレーション・設置候補地調査・課題抽出も完了している

# 会社紹介



## 会社概要

**会社名** 株式会社パンタレイ

**設立** 2021年（令和3年）8月20日

**代表者** 佐藤 靖徳（Yasunori Sato）

**資本金** 200万円

**所在地** 〒940-2188 新潟県長岡市  
上富岡町1603-1 長岡技術科学大学内

**連絡先** y.sato@pantarhei-nagaoka.com

## 主な事業内容

- 新型風力発電の研究開発～販売
- 小型風力発電の設計/開発支援
- レオロジー関連製品の販売 / コンサルティング

佐藤靖徳（博士）



2014年 秋田高専 卒業  
2015年～2016年 インド工科大学マドラス校 留学  
2019年～2020年 スタンフォード大学 留学  
2021年 長岡技術科学大学 博士(工学)  
株式会社パンタレイ 設立  
2022年 縦渦風力発電の特許をパンタレイに譲渡  
経産省始動 Next Innovator 8期生

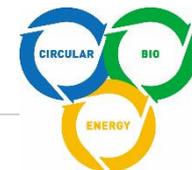
弊社の特集映像(5月現在：**131万回**再生)



【特集】なぜこれで風車が回るのか...革新の風力発電を世界へ 長岡技術科学大学から...  
121万回視聴・1年前



【特集 | スタートアップ】なぜこの形で回るのか？風力発電の革新-実証実験を経て目...  
10万回視聴・8か月前



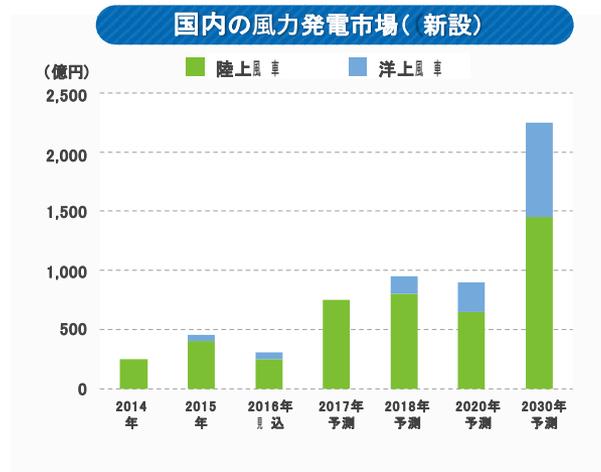
# 背景①～社会的課題と風力発電の現状～

## ■ 再生可能エネルギーを巡る社会的課題

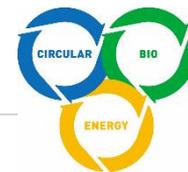
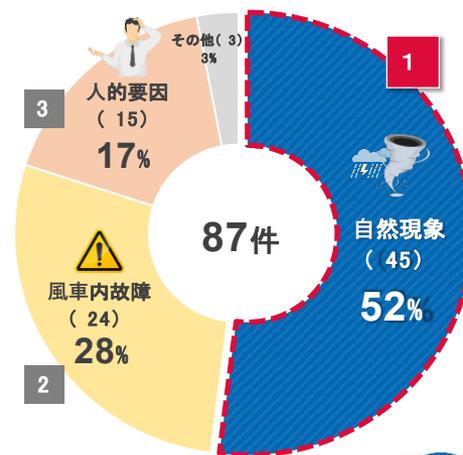
- ・カーボンニュートラル達成に向けた再エネ導入拡大が世界的に加速
- ・日本では洋上風力中心の大型案件が進展する一方、**都市部・災害時対応の「分散型風力」**は未整備

## ■ 小型風力発電の導入障壁

- ・既存小型風車の課題：
  - ・ **高回転・高騒音**
  - ・ **構造が複雑で高コスト**
  - ・ **暴風・突風時の破損事故が多数**
- ・設置環境の風況が劣る（例：**都市部の屋上や山間部**）



## 故障・事故の発生要因

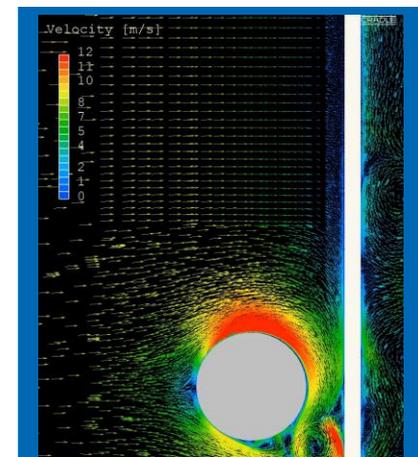


# 背景②～自社技術の位置づけと開発の必要性～



## ■ パンタレイ風車の特徴と社会的ニーズの一致

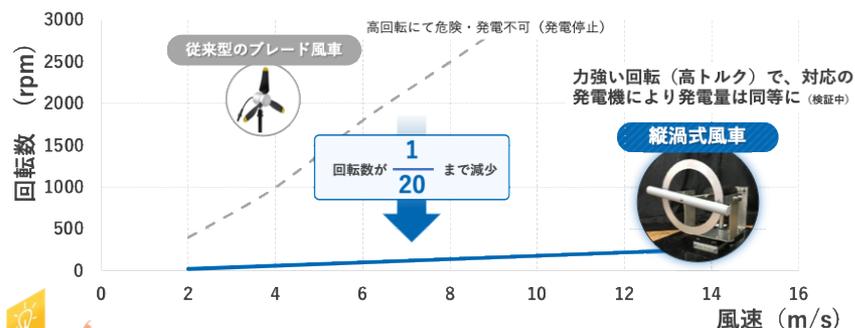
- 独自構造：縦渦リニアドライブ方式（世界5カ国で特許取得）
  - 低回転・高トルク・低騒音
  - 暴風にも耐える安全設計
- 「止めずに守る」設計思想：ピッチ制御・ファールング不要



## ■ 本事業で解決を目指すこと

- 都市部や離島など太陽光が不利なエリアへの再エネ導入
- 災害時の非常用電源・分散型独立電源の実現
- 風況が劣る場所でも発電量を確保する集風体技術との統合

特徴 低回転で危険がない、力強い回転、そして静か



風速2～70m/sまで低回転で安全に発電できる ※理論値



## ■ 開発の目的

微風から暴風まで対応可能な「縦渦リニアドライブ風車」と「集風体」を組み合わせた**屋上設置型の小型風力発電モジュール**を開発し、

- 都市部・離島など太陽光が不利なエリア
- 災害時の非常用電源
- 狭小・低風況環境での再エネ活用

に向けた**安全・低騒音な分散型独立電源**の社会実装を目指す。



# 実施内容～技術開発の全体構成～



## ■ 主な開発項目

### 1.円柱-フィン構造の開発

→ フィンの角度・曲率・迎角による縦渦制御と性能向上 (Cp最大6%)

### 2.円柱-二重リング構造の開発

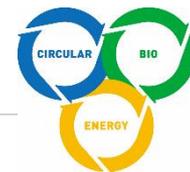
→ 駆動力となる渦の流出範囲を拡大させて性能を最大4.5倍に増加

### 3.集風体の設計・設置

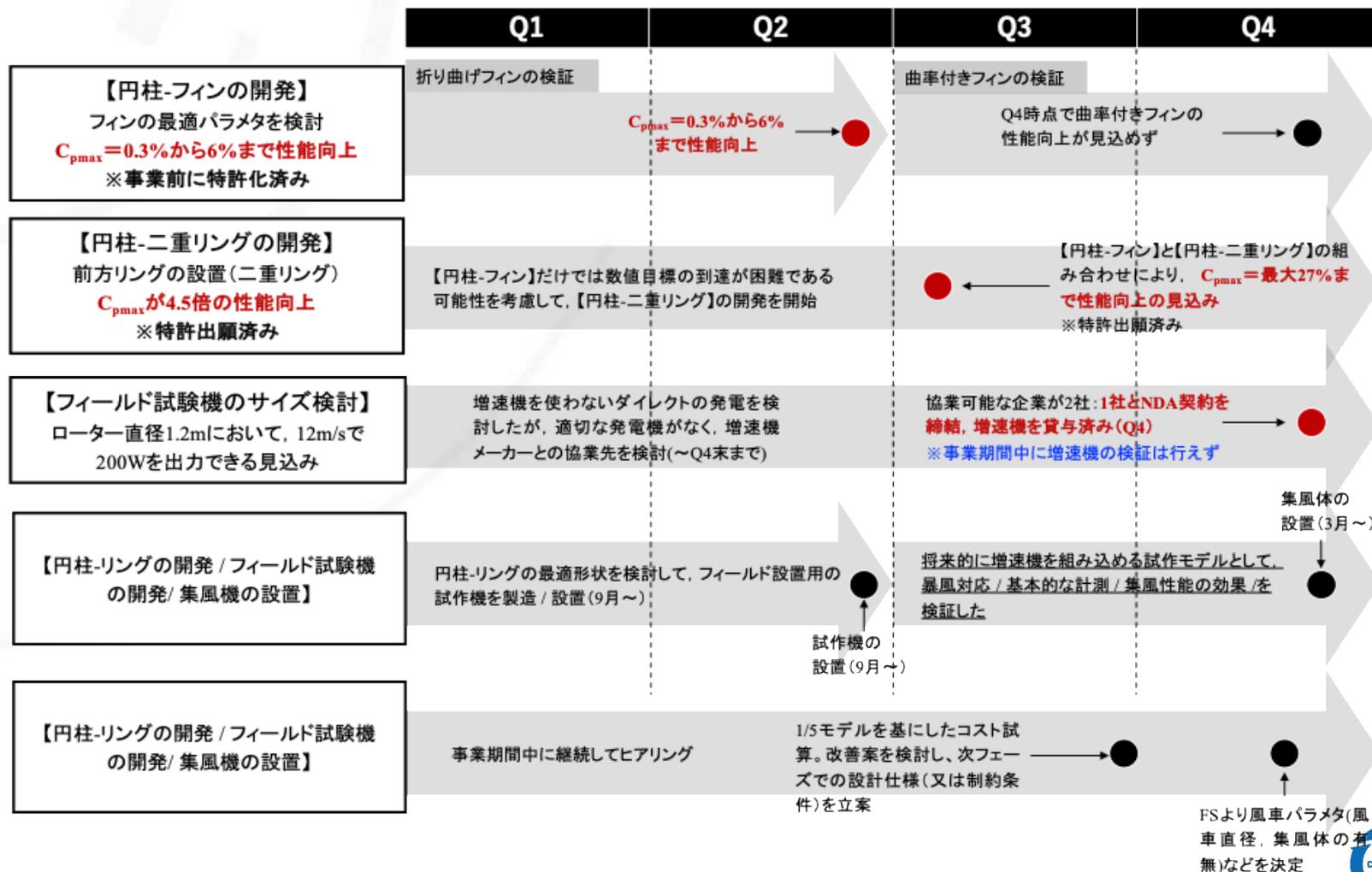
→ ビル風等の不安定な風向でも稼働率を向上 (±45° 対応)

## ■ モデル仕様

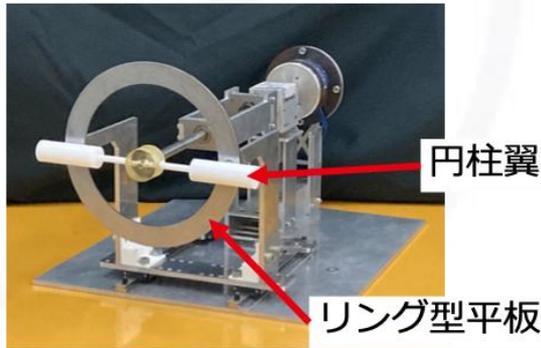
- 1/5スケールモデル (ローター直径1.2m)
- 発電条件：風速6m/sで最大効率、12m/sで200W出力
- ※適切な増速機の調達が行えず (事業終了時にメーカーとNDA締結)



# 研究スケジュール



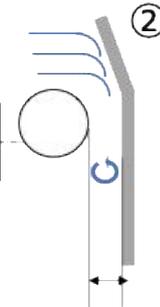
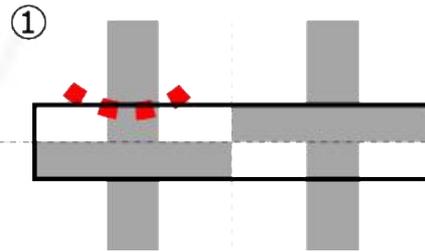
# 研究成果①～円柱-フィン構造の最適化～



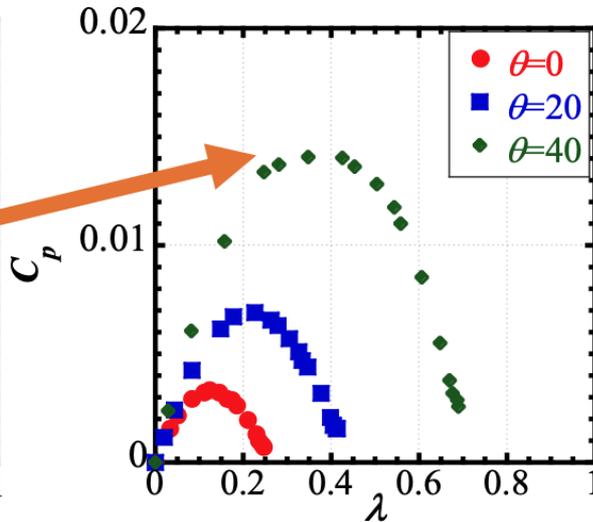
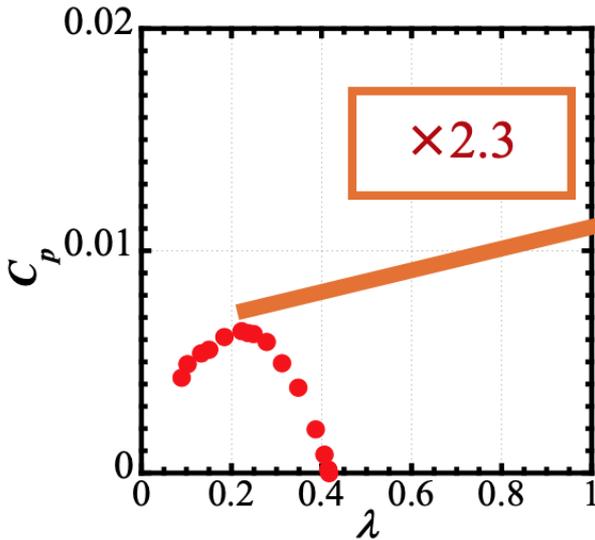
リング状平板に大きな抗力が発生  
→抗力を低減させ効率を向上する必要



- single cylinder
- $L=220$  mm
- plate length 100 mm
- support by endplate ( $d_e=50$  mm)
- width of support part 10 mm



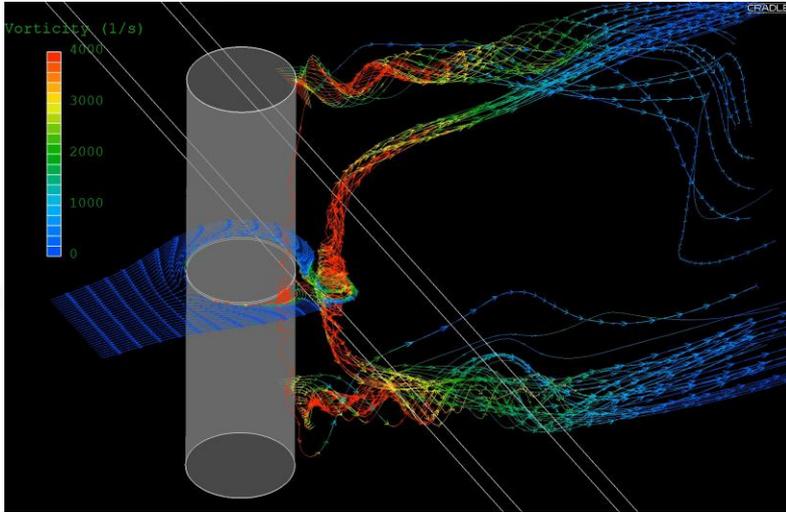
折り曲げフィンの目的  
① 縦渦の流出位置の制御  
② 吸引力の強化



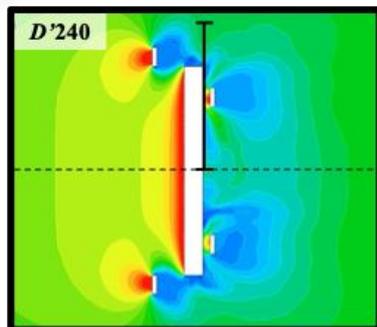
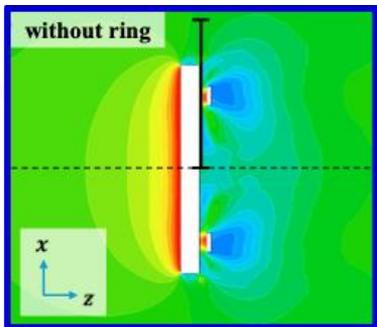
折り曲げフィンによって  
 $C_p=0.005$ から  
 **$C_p=0.06$** まで増加(※)

※8枚翼まで多翼化した効率

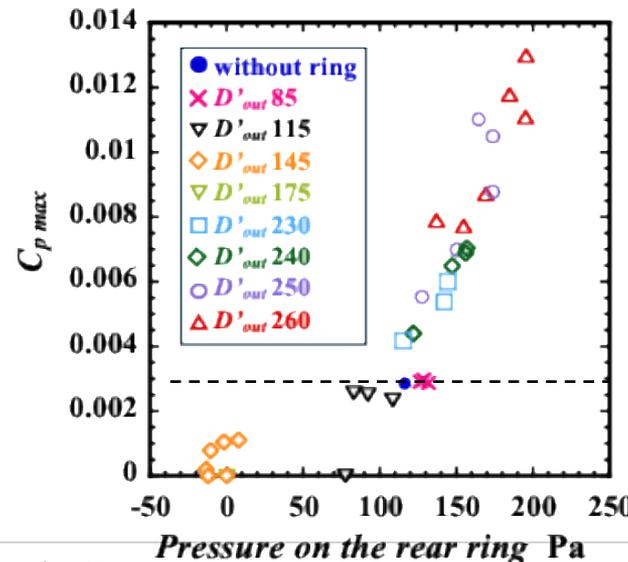
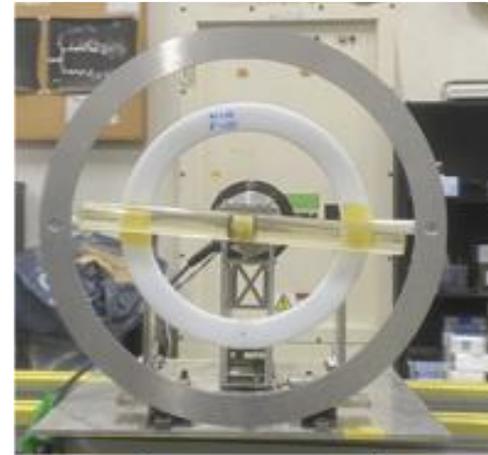
# 研究成果②～円柱-二重リング構造の開発～



3次元的に流出する渦を負圧で翼長さ方向に拡大させる



## ■ 実験装置と実験条件の模式図



二重リング構造によって

**Cpが最大4.5倍**  
まで増加



# 研究成果③～200W級風車の試作～



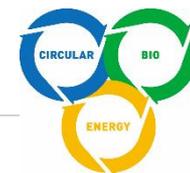
## 流体制御技術による性能向上

改良方式	メカニズム	性能向上率 (Cp)
円柱-フィン構造	縦渦の安定化による抵抗低減	+6%
円柱-二重リング構造	ネックレス渦の拡大でエネルギー捕捉範囲増加	最大4.5倍
<b>組合せ効果 (推定)</b>	両構造の同時適用による相乗効果	<b>+27%</b>

## 発電量に基づくローター径の試算

(風速：12 m/s、損失：増速機20%、発電機20%)

出力目標	必要ローター径	発電効率考慮後の予測発電量
200 W	1.2 m	約217 W
1000 W	2.6 m	約1022 W



# 研究成果③～寺泊水族館のフィールド試験～



## 1. 構造と機能の特徴

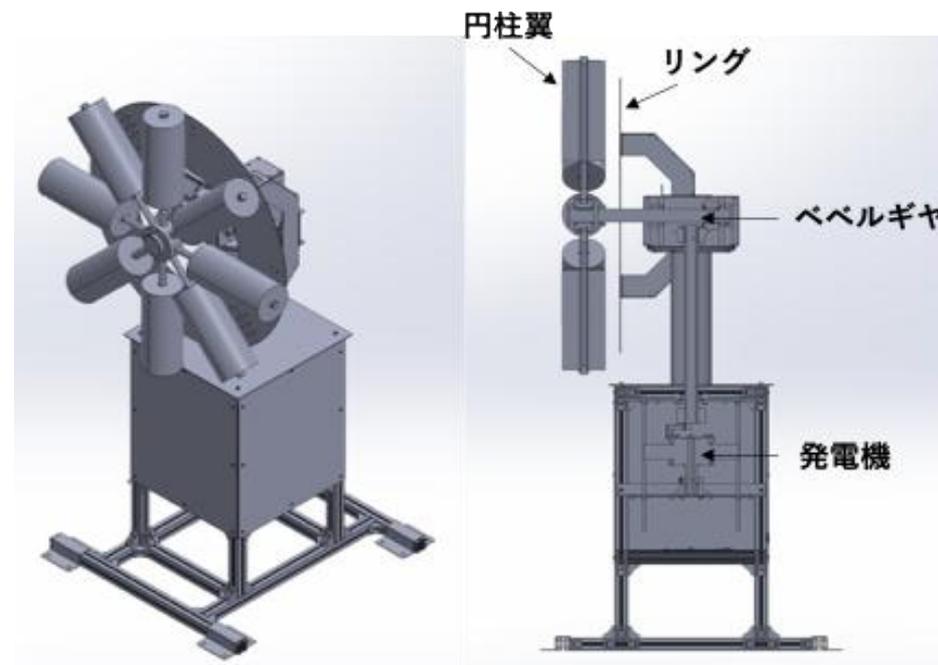
- 風車形式：パンタレイ風車1.5mサイズ
- 翼の構成：8枚翼構成
- 回転伝達方式：
  - ベベルギヤを使用して、回転を発電機に伝達
  - 増速は行わず、入力回転数のまま伝える設計

## 2. 発電システム

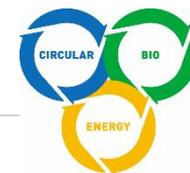
- 発電機型式：SKY-HG350
- 伝達形式：ベベルギヤ経由のダイレクトドライブ的構成
  - ギヤ比1:1相当（増速なし）

## 3. 首振り・ファーリング

- ファーリング機構：非搭載
  - 構造上は首振り可能だが、事業期間中は風向を固定した状態で運用



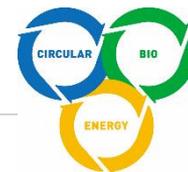
※適切な増速機の調達が行えず（事業終了時にメーカーとNDA締結）



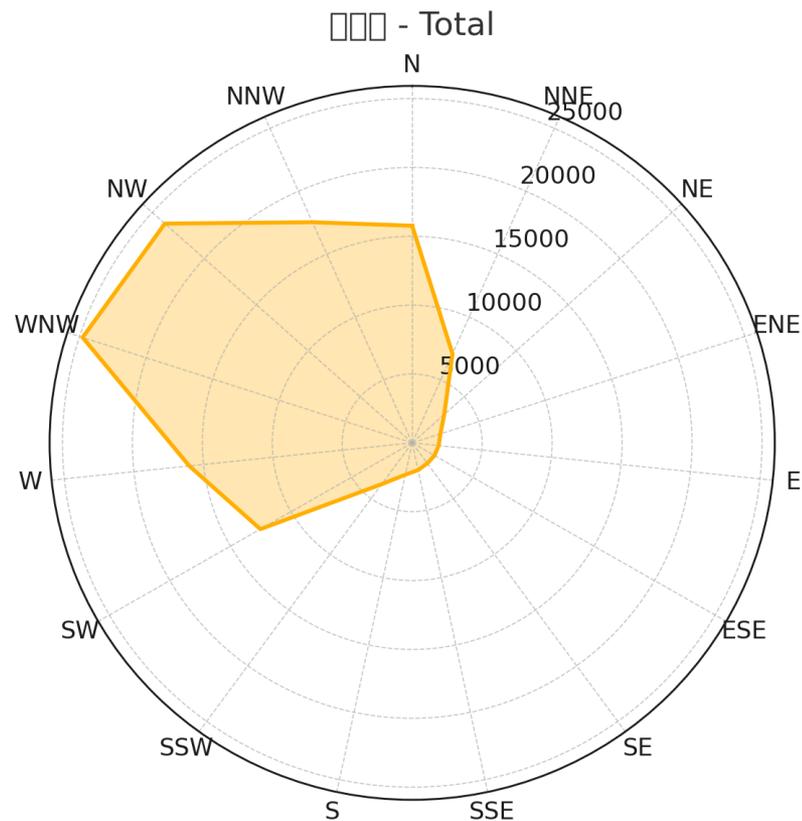
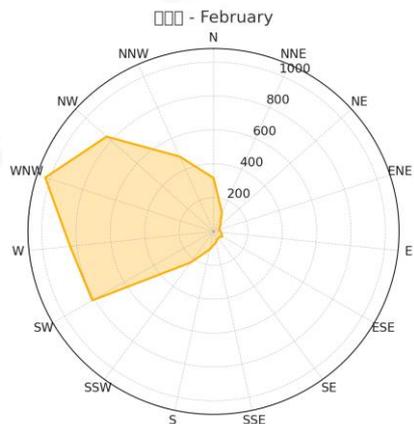
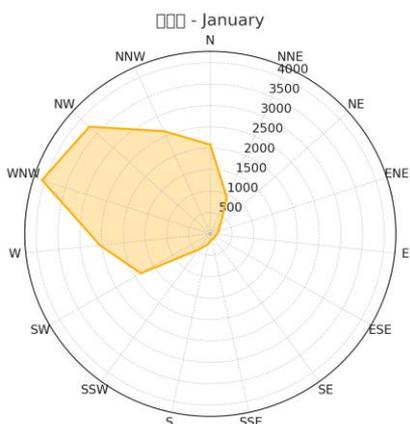
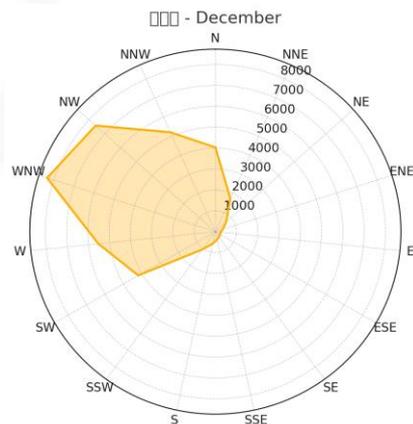
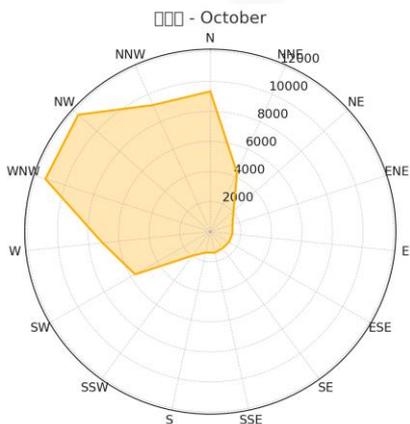
# 研究成果③～寺泊水族館のフィールド試験～



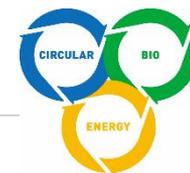
**最大瞬間風速23.5[m/s] (11月28日) の試作機の様子**



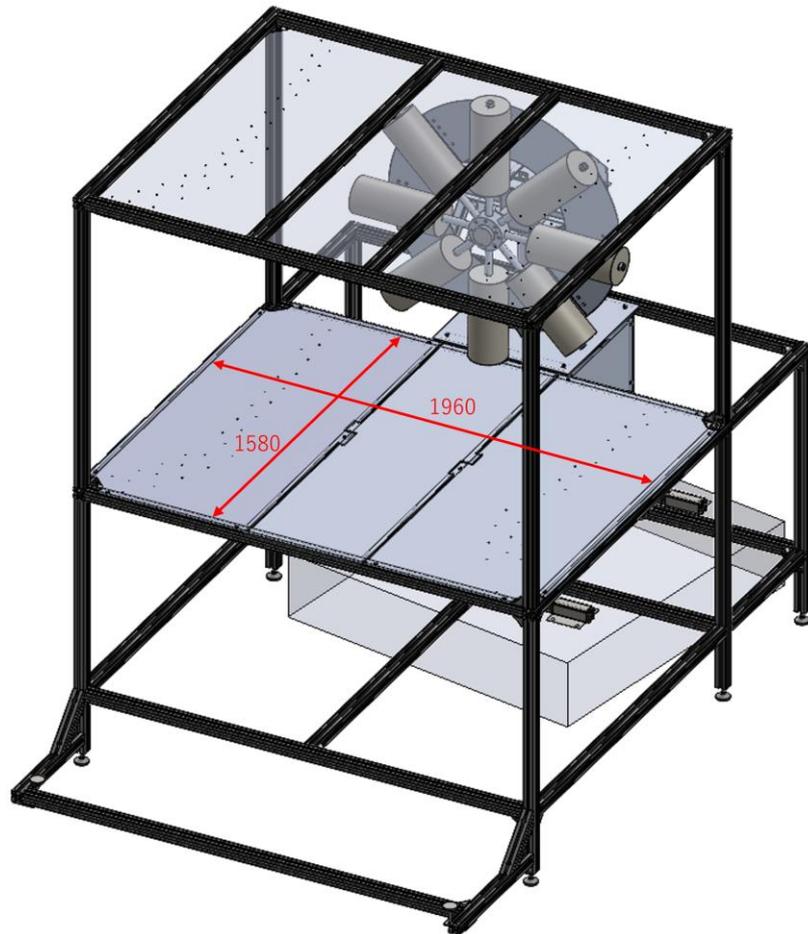
# 研究成果③～寺泊水族館のフィールド試験～



フィールド試験の風配図 (発電時間[s])

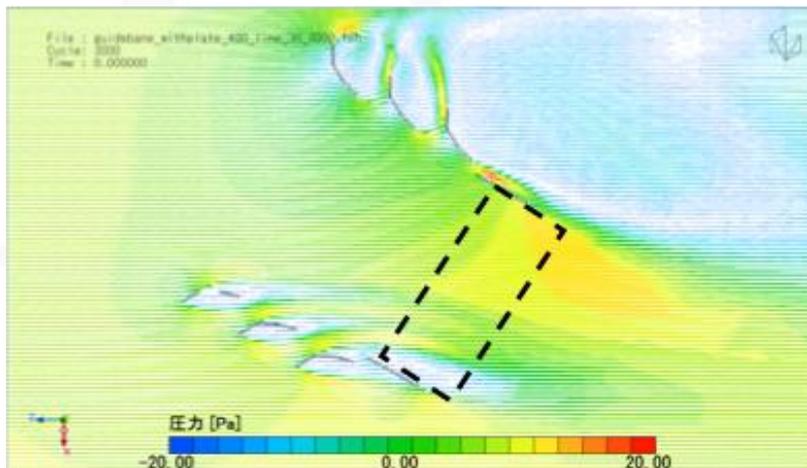


# 研究成果④～集風体の設計・設置～

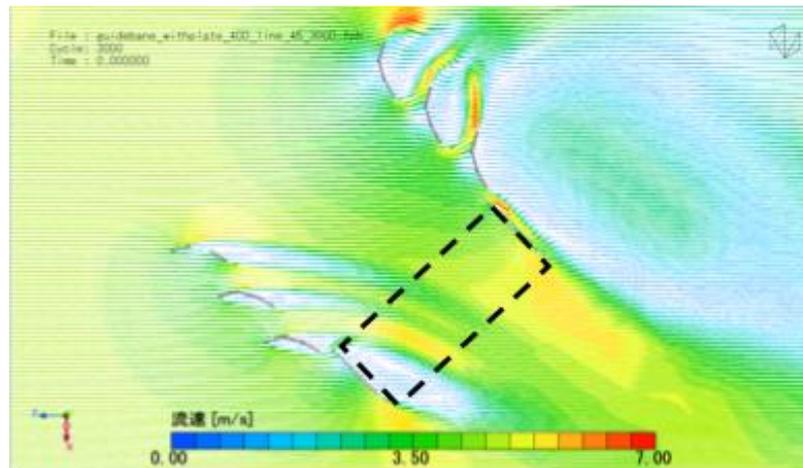


# 研究成果④～集風体の設計・設置～

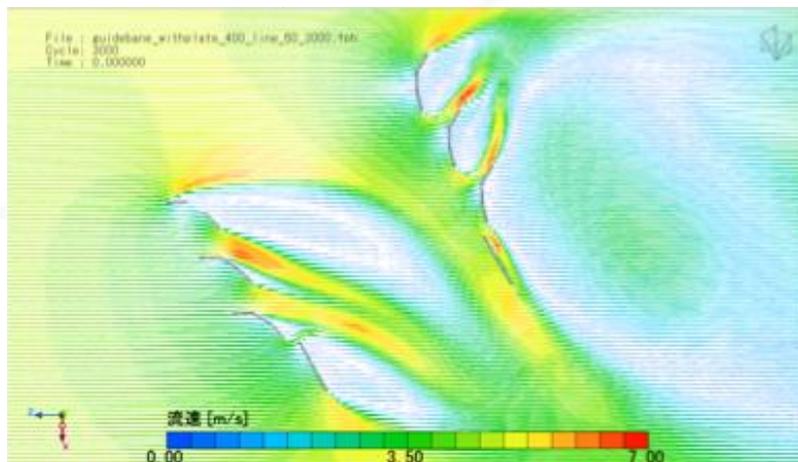
流入角度：30度



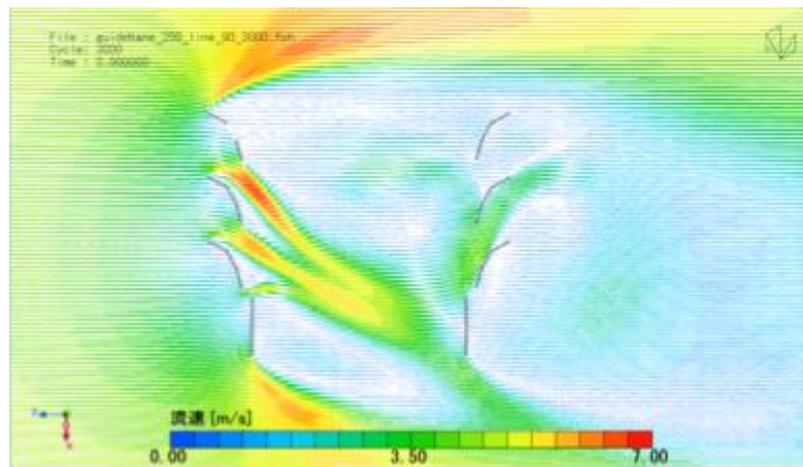
流入角度：45度



流入角度：60度



流入角度：90度



# 研究成果④～集風体の設計・設置～

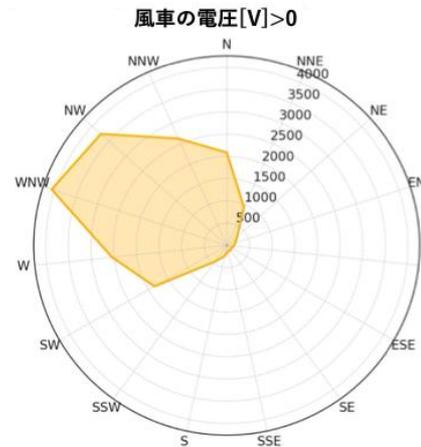
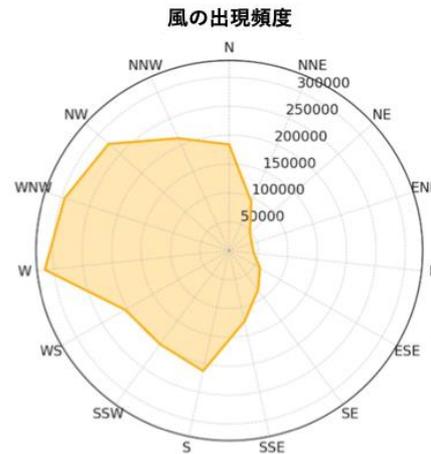
## <設置前 (2025年1月)>

- 風の出現頻度：NNW（北北西）～S（南）まで幅広く観測
- 風車が回転して**電圧 > 0**となった風向：NNW～SWに限定
- ⇒ 出現風向すべてに対して発電できていない状況

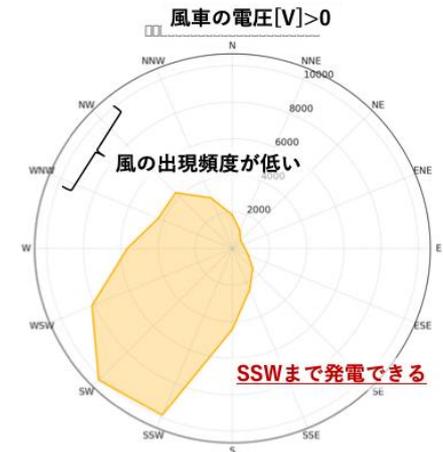
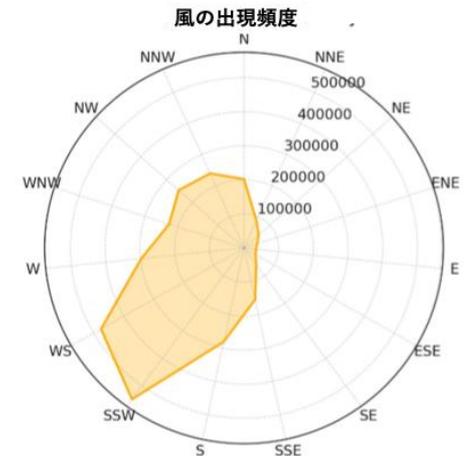
## <設置後>

- 風の出現頻度：NNW～Sで同様に観測
- **電圧 > 0**となる風向：風の出現頻度とほぼ一致
- ⇒ 集風体により多方向からの風を有効活用できるようになり、**稼働率が向上**

### 集風体設置前 (2025年1月)



### 集風体設置後



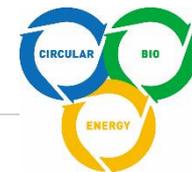
# 研究成果⑤～従来の風車の危険性～

表 小型風車のブレード破損・飛散事故の主な事例（2000年以降）

発生時期	場所	風車種別・出力	事故内容	原因・背景	対応・備考
2010年頃	福岡県福岡市みなと100年公園	風レンズ風車（3kW）	強風によりブレードが破損し、破片が車両の窓を直撃	強風による構造破損	同型風車を撤去し、再発防止策を検討
2010年頃	福岡県福岡市シーサイドももち海浜公園	風レンズ風車（3kW）	みなと100年公園での事故を受け、ブレードを取り外し発電停止	予防措置としての対応	風車の撤去を検討
2022年5月	新潟県上越市うみてらす名立	不明（タワー高50m、ブレード長約20m）	ブレード先端に亀裂が入り、内部部材が飛び出す	落雷による損傷と推定	周辺を半径50m立ち入り禁止、発電停止
2014年8月	新潟県新潟市中央区なぎさの白い風車	小型風車（高さ約13m）	ブレードが道路に落下	落雷による制御系の故障と強風が重なったため	過回転状態となり、ブレードが破損

表 強風によってブレードが破損した主な事例（2000年以降）

発生年月	場所（都道府県・発電所名）	出力規模・形式	被害内容	主な原因	備考・対応
2005年5月	岩手県葛巻町くずまき高原風力発電所	1,750kW（Vestas V66）×12基	ブレード1枚が脱落	強風時の疲労破壊が疑われる	全基緊急停止、原因調査
2007年1月	青森県東通村岩屋ウィンドファーム	1,300kW（Bonus社製）×25基	タワーごと倒壊（ブレード含む）	強風による過回転	停止中の部品脱落により制御不能
2020年1月	鳥取県琴浦町東伯風力発電所	1,500kW（GE 1.5s）×13基	ブレード1枚が根元から破断・飛散	強風下での亀裂進展	既知の亀裂が未補修だった
2025年5月	秋田県秋田市新屋新屋浜風力発電所	1,990kW（独メーカー）×1基	ブレード1枚が付け根から折損・飛散し死亡事故	最大瞬間風速23.0m/sの強風	15年前に落雷被害があった同一風車



# 研究成果⑤～パンタレイ風車の安全性～



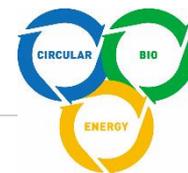
## ◆ パンタレイ風車：過酷な自然条件下でもブレード破損なし

パンタレイ風車は1年未満という限定的な運転期間ではあるものの、**暴風・突風・冬季雷**などの日本海側特有の気象条件を受けながらも、**ブレード破損や構造異常は一切発生していません。**

- 秋田・新潟の強風域と同等の風速条件下で運転を継続
- ピッチ制御・ファーリング機構なしでも安全を維持
- ブレード破損ゼロ・脱落ゼロ・緊急停止ゼロ

## ◆ パンタレイ風車の安全性特長（事件事例との対比）

安全機構	パンタレイ風車	従来型風車（事件事例）
ピッチ制御	非搭載（なし）	大型風車は多くが搭載（機構故障の例あり） / 小型風車は搭載なし
ファーリング	非搭載（なし）	搭載例もあるが作動不良あり
暴風下耐性	<b>高耐風設計（構造的強度）</b>	<b>ブレード破断・飛散事故多数</b>
落雷対策	シンプル設計で受雷部最小化	避雷針損傷・制御系焼損例あり
制御系冗長性	不要な複雑機構なしで耐久性重視	制御不良からの過回転事故例あり



# 研究成果⑥～ビジネスプラン～



## ■ 製品展開

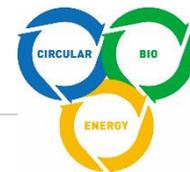
- 200Wモデル（1.2m径）：災害対応・山間部用、価格帯：20～100万円
- 1kWモデル（2.6m径）：他社風車との連携（OEM用途）、価格帯：30～90万円
- 構成：増速機＋発電機一体型／フィン＋二重リング構造／集風体搭載／軽量設計

## ■ 想定ターゲット（初期顧客属性）

- 再エネPPA事業者：太陽光の導入が困難な地域での補完電源として
- 自治体（離島・中山間地域）：停電対策や非常用電源ポート向け
- 観光・宿泊施設（山間・豪雪地帯）：災害時の自立電源・EV充電支援

## ■ 展開計画と優位性

- 製品投入時期：2027年度中に市場投入予定
- 輸出展開：東南～南アジア向け（年1,000台／約2億円）
- 競争力の源泉：暴風対応・制御レス構造・高耐久性・現地メンテ対応



# 今後の技術課題



## ■ 技術開発

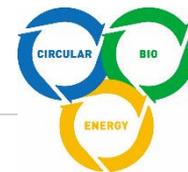
- フィン+二重リングの**相乗効果を最適化**（目標Cp 20%）
- **増速機とのマッチング**と発電機の適正化
- **風向応答性の改善**（集風体の高度化）

## ■ 実装面

- **構造の耐久性・軽量化**（風・塩害・積雪対策）
- **部品共通化・量産設計**によるコスト最適化

## ■ 社会実装

- **出力の安定化と制御性向上**（風速変動への対応）
- 初期顧客ニーズに応じた**製品仕様と導入モデルの整理**
- **協業メーカーの探索**



## ■ 事業成果の総括

- 独自構造の縦渦リニアドライブ風車と集風体の統合により、**微風～暴風下で安定発電可能な小型風力発電モジュール**を構築
- **1/5モデルで発電効率20%以上・200W出力の見込み**
- 騒音・安全性・設置自由度など、都市型再エネの要件を満たす技術基盤を確立

## ■ 社会実装に向けた進展

- 寺泊水族館での実証により**暴風環境下での運用性と耐久性を実証**
- 初期顧客候補3者との接点形成・事業化検討を開始
- 知財出願（特許）を通じて**差別化と展開の準備体制を確立**

## ■ 今後の展望

- **1/1スケールモデルの設計・フェーズBでの実証実験**
- **協業企業との製造・販売体制の構築**
- 屋上設置型・災害対応型など用途別モジュールのラインアップ展開へ

