

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-5

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
フェーズB(風力発電利用促進分野)

多数の洋上風車を常時一括監視可能な光ファイバ式
風車ブレード損傷検知システムの開発

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 ニューブレクス株式会社 岸田 欣増

*団体名(企業・大学名など) ニューブレクス株式会社、大阪大学

問い合わせ先 ニューブレクス株式会社 E-mail: planning@neubrex.com TEL: 078-335-3510

事業概要



1. 目的

30km離れた風車ブレードの損傷やボルトの緩みを検知できる革新的な光ファイバ式風車常時遠隔モニタリングシステムを開発する

2. 期間

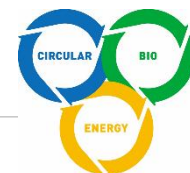
2023年8月18日 ～ 2024年9月30日

3. 目標

- ①30km長の光ファイバの振動を3.3MSpsの速度で計測可能な革新的DAS（光ファイバ音波分布計測）装置を開発
- ②風車ブレードの層間剥離・ボルト緩みを検知できる風車の健全性評価に特化したIGA数値解析ソフトウェアの開発
- ③開発したシステムの原理検証試験により風車ブレードの層間剥離およびボルト緩み・破損の特徴的な信号を検知できることを確認する

4. 成果・進捗概要

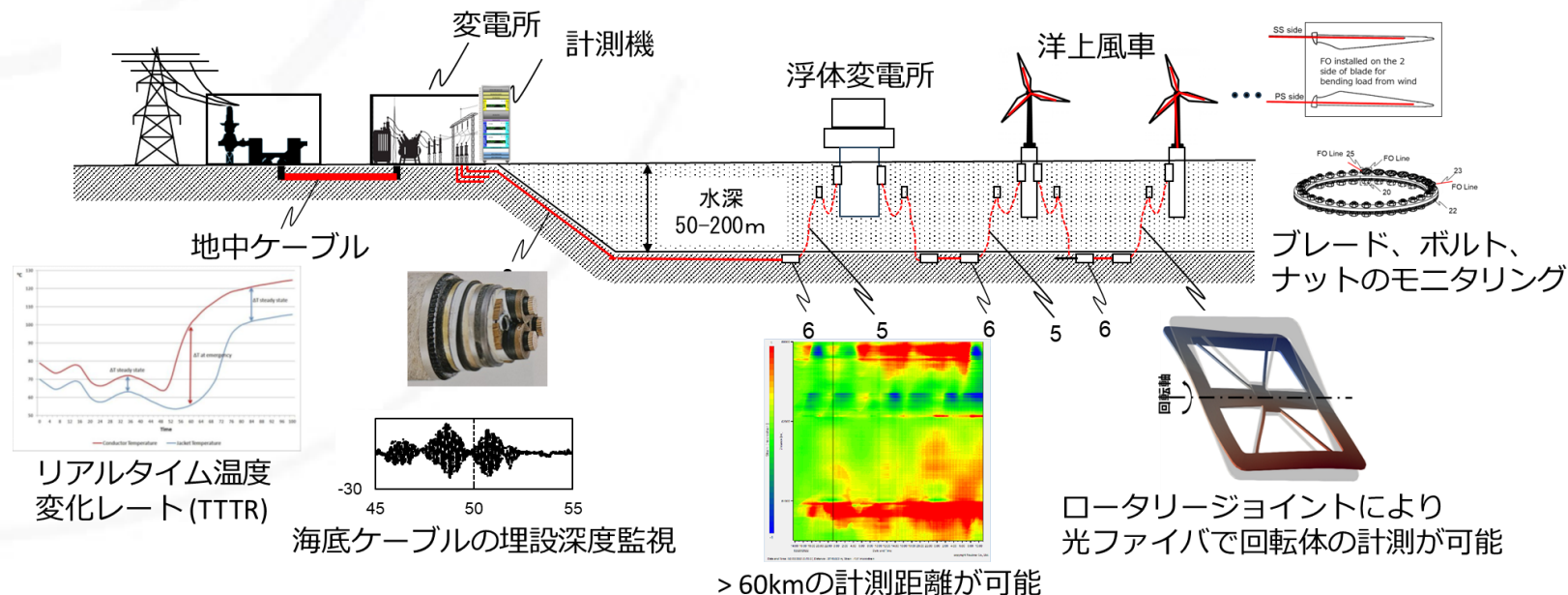
概ね目標を達成し、遠距離の風車ブレードの損傷やボルトの緩み・損傷などを設置した光ファイバセンサで常時監視する革新的な技術を開発できた



今後の取り組みと課題

光ファイバは遠距離・多数の風力発電設備を網羅的にモニタリング可能

- ✓ 稼働中や人員がアクセスできない時でも常時モニタリング、生産性を向上させる
- ✓ 計測箇所数・風車設備数が増える程点検コスト削減に貢献



今後の課題：現場での設置方法確立と実機での実証が必要

- ✓ 風力発電事業者・点検事業者と連携して風車実機での実証を行うことで課題を解決し商用化を進めたい

本事業の背景・動機

洋上風力発電市場

導入増加による
市場拡大

2030年に10GWの
導入を目標

多数の
洋上風車が新規に
設置・稼働する

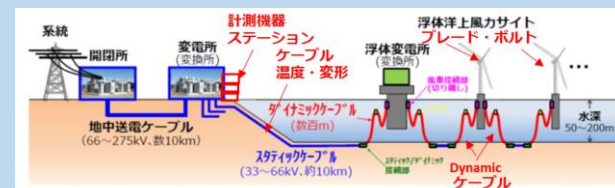
洋上風車
点検の課題

遠距離・多数の風車を
人力で個々に点検

- ・コスト高
- ・常時監視は困難

本事業で課題を解決

- ・ **全ての既存検査項目をリモートで実施**
- ・ 多数の風車を常時一括で監視
- ・ 将来的には、他の発電～送電設備もモニタリングできる波及効果あり



事業者の光ファイバ 分布計測技術

音波
(~数kHz)

ひずみ
温度
圧力

申請者の
既存計測装置

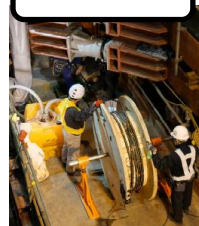
光ファイバ分布計測の特長

- ①長距離を、②一括網羅的に
- ③自己診断、④多機能の計測が可能

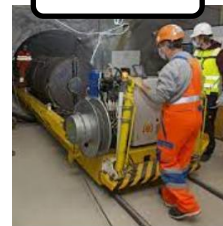
石油開発



土木インフラ



原子力

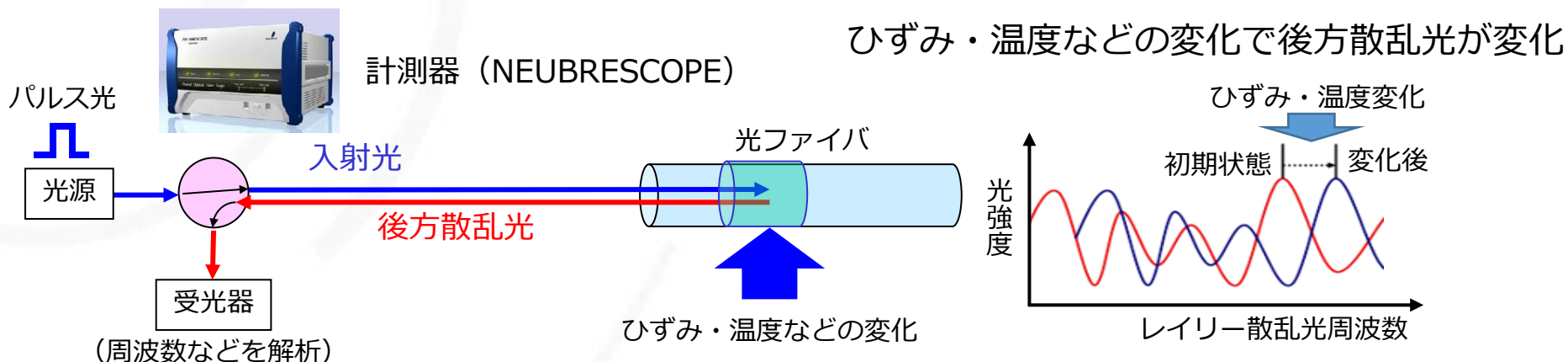


本事業による新分野進出

フェーズB
(本事業)

- ①長距離超音波計測
- ②数値解析技術
- ③原理検証試験

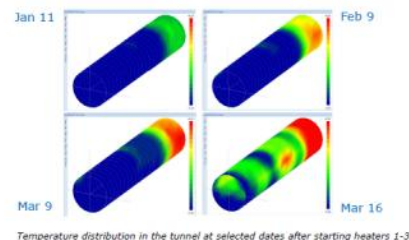
光ファイバ分布センシングのコンセプト



光ファイバに光を入射すると一部戻ってくる反射光（後方散乱光）がひずみ・温度などにより変化する現象をセンサとして活用

光ファイバ1本で構造物の「どこで」「何が」起きているかが分かる

- 現場・実物とデジタル(データ)の世界を橋渡しするIoT/DXの時代に必要なモニタリング技術
- インフラ構造物の維持管理、効率的なエネルギー開発(石油ガス・CCS・地熱発電・洋上風力)など社会的にニーズが高い分野で貢献



長距離光ファイバ超音波分布計測装置の開発に成功

従来技術は数十km級の長距離光ファイバで超音波の計測速度に対応できない

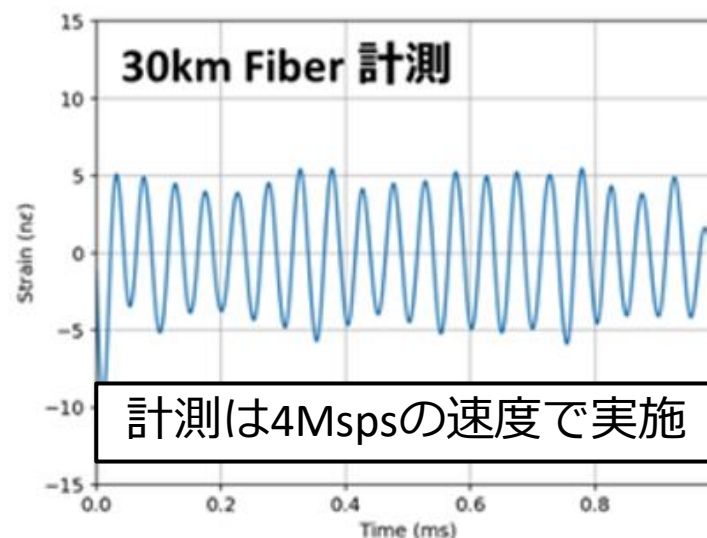


- ✓ 30km超の光ファイバの振動を4MSpsの速度で計測可能な計測装置を試作し、その動作を検証して開発に成功した

ピエゾ素子で
振動を生成

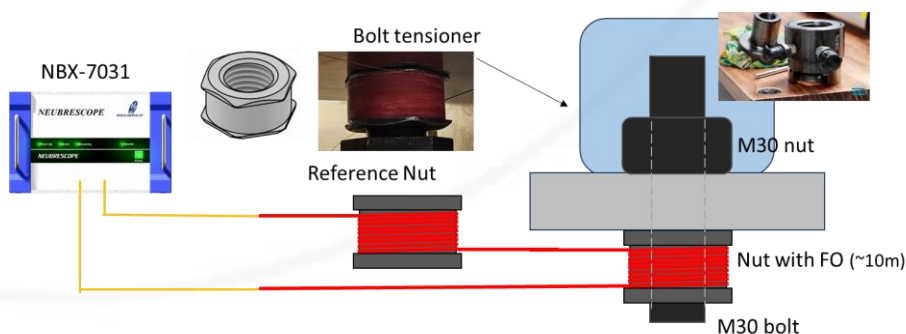
試作した
計測装置

30km長光ファイバ

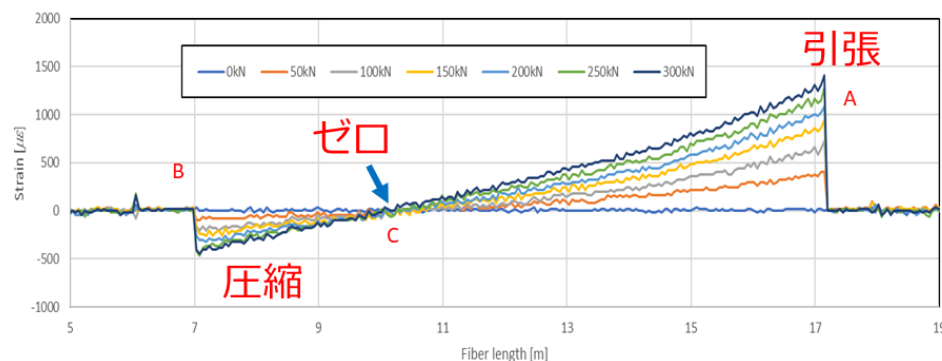


風車設備の多数のボルト緩みを光ファイバで一括検知できる 技術の開発に成功

- ✓ ナットに巻き付けた光ファイバのひずみ分布変化を計測することでボルトの緩みを検知できる革新的な発明に成功した
- ✓ 風車設備の多数のボルトに光ファイバを取り付けると、遠距離にある多数ボルトを全ていつでもモニタリング可能になる



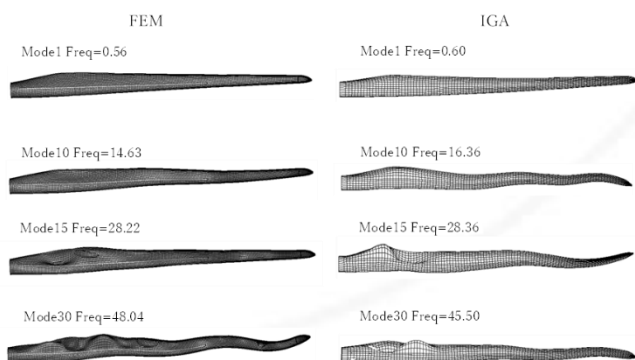
ナット実物に光ファイバを巻き付けて
ボルト緩み検知試験を実施



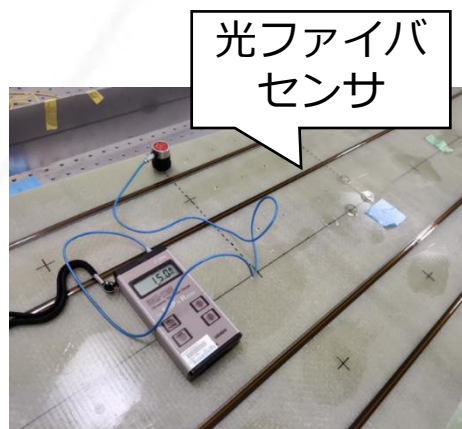
ナットの軸方向負荷変化による
光ファイバのひずみ分布変化

ブレード層間剥離の有無による固有振動数の変化を明らかにした

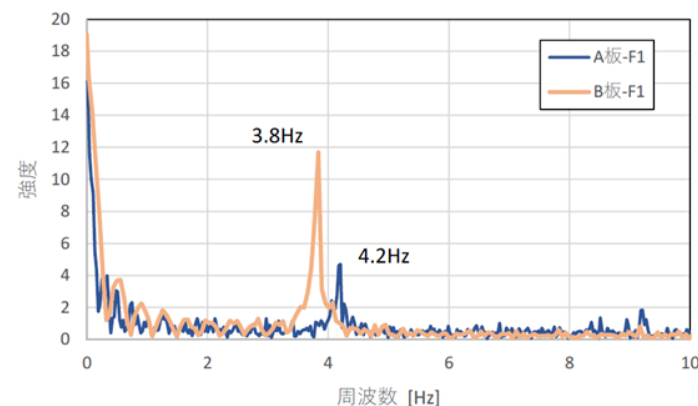
- ✓ 実機風車ブレードの外形データからIGA解析モデルを開発し、風車ブレードの模擬試験体を構築して層間剥離の有無による固有振動数の変化を明らかにできた
- ✓ 風車ブレードの損傷を光ファイバ分布計測で検知できる可能性が示された



風車ブレード実機の外形データから作成した解析モデル



風車ブレードの模擬試験体に光ファイバセンサを設置



模擬試験体の片持ち振動試験結果 (層間剥離有無による違いを比較)

開発目標と達成状況①

研究開発項目	目標（値）	達成状況
①長距離光ファイバ超音波分布計測装置の開発 ア) 計測装置の設計 イ) 計測装置試作 ウ) GUI・制御ソフトウェア開発 エ) 動作検証	洋上風力発電設備の超音波探傷検査に対応するため、30km長の光ファイバの振動を3.3MSpsの速度で計測可能な革新的DAS（光ファイバ音波分布計測）装置を開発する。	達成度：100% 目標を達成した。
②風車ブレードの損傷を評価する数値解析技術の開発 ア) 数値解析モデルの開発 イ) 数値解析ソフトウェアの開発	光ファイバ分布計測で得られたデータから風車ブレードの層間剥離・ボルト緩みを検知できる数値解析技術をIGA解法を用いて開発して、従来数値解析に要していた工数を80%削減する光ファイバ分布計測による風車の健全性評価に特化したIGA数値解析ソフトウェアを開発する。	達成度：100% 目標を達成した。

開発目標と達成状況②

研究開発項目	目標（値）	達成状況
③システムの原理検証試験 ア) 模擬試験体の構築 イ) 模擬試験体を用いた ラボ試験 ウ) 風車ブレード・ボルト 実物を用いた検証試験	開発したシステムの基本的な原理検証試験を行い風車ブレードの層間剥離およびボルト緩み・破損の特徴的な信号を検知できることを既存の超音波探傷装置による検査結果と比較して確認する。具体的には、模擬試験体の正常箇所と擬似的に設けたブレードの損傷やボルトの緩みなどの異常箇所の違いを開発したシステムの計測データから超音波探傷装置と同様に読み取れることを目標とする。	達成度：95% ボルトの軸力計測により遠距離のボルトの緩み検知が可能であることを検証できた。超音波による層間剥離検知に対して、学術的には再現性を断定するには至らなかったため減点した。