

2024年度NEDO再生可能エネルギー一部成果報告会 プログラムNo.18

グリーンイノベーション基金事業

／洋上風力発電の低コスト化

／洋上風力運転保守高度化事業

／軸受ライフサイクルマネジメント実現のための
洋上風力発電機用CMSの高度化開発

発表日：2024年12月18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 NTN(株) 畠山 航

*団体名 NTN(株)

委託先(学術研究機関): (国)東京大学、(国研)産業技術総合研究所、(学)早稲田大学、(学)中部大学

問い合わせ先 NTN(株) <https://www.ntn.co.jp>

事業概要

1. 目的

風力発電機用CMSのデータ収集機能および周辺機器との連携機能を拡張し、早期の異常検知能力を向上、状態監視情報の活用範囲を拡大するとともに、風車のスマートメンテナンス および 運転制御への活用を実現する。

2. 期間

2022年5月 ～ 2024年3月

3. 目標（中間・最終）

データ収集装置等の機能向上品の完成、実機搭載評価の完了。（2023年度）
今後は、洋上での実証データや陸上風車での知見を洋上風車運用に展開し、洋上風力のO&Mコスト低減につなげる。

4. 成果・進捗概要

機能拡張型CMS データ収集装置の開発を完了し実機風車での運用を開始した。
学術連携機関への委託研究により、AI異常検知能力を向上、機器の耐雷性能を向上、データ活用環境を構築した。

実施体制／各主体の役割分担

NEDO

NTN株式会社

- ・CMSのシステム開発ならびに機能試験・改良
- ・実証運用の実施と管理
- ・データ分析技術開発のとりまとめ

委託先 再生可能エネルギーデータ利活用学術連携コンソーシアム
(代表：東京大学)

国立大学法人 東京大学

- ・データベースプラットフォームでのCMSデータ活用推進

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

- ・異常検知・診断に関するAI技術の開発および高度化

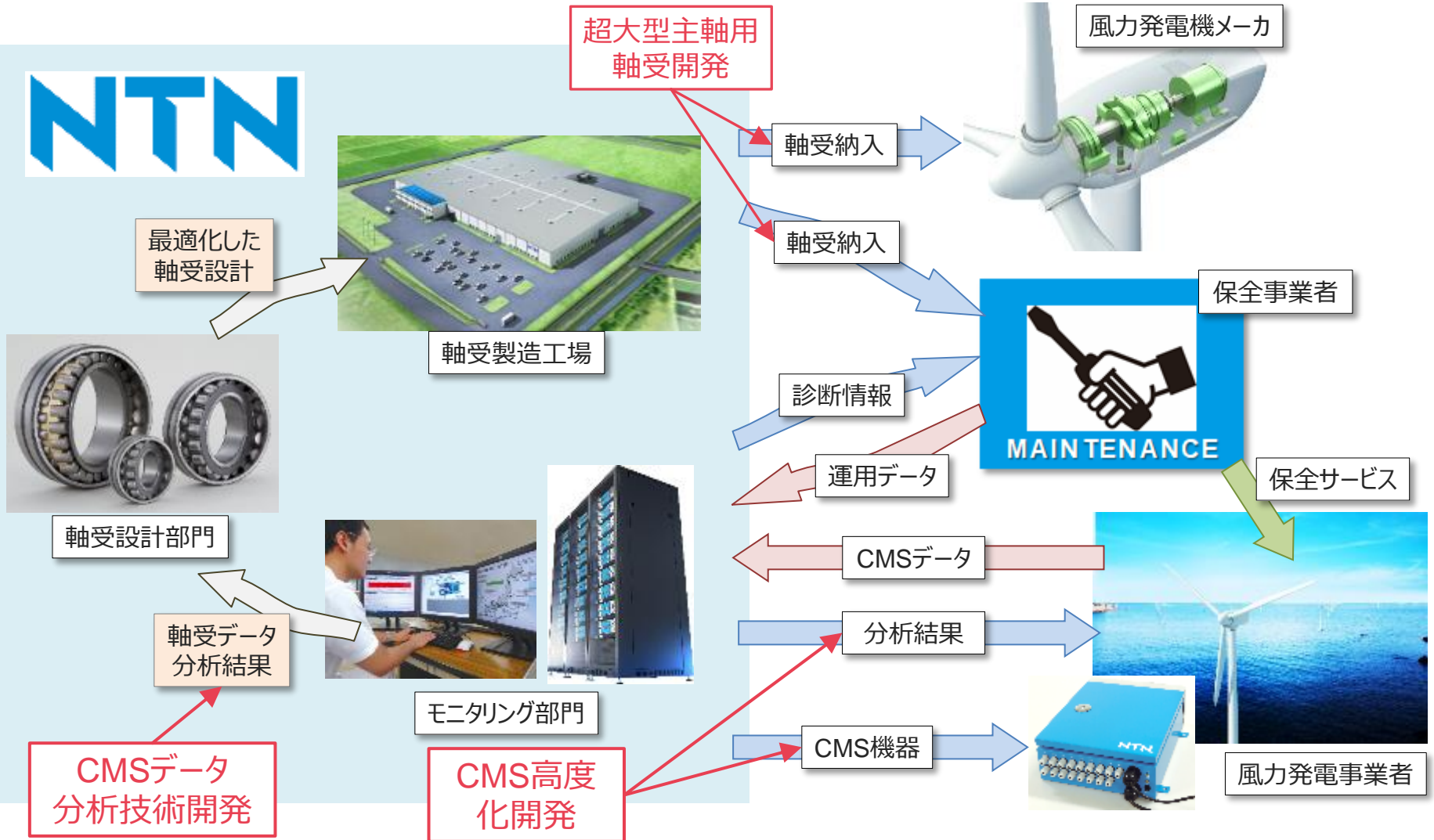
学校法人 早稲田大学

- ・異常検知・診断に関するAI技術の開発および高度化

学校法人中部大学 中部大学

- ・落雷対策およびブレード損傷検知技術の開発と実証

提供価値・ビジネスモデルの概要



実施項目

1. CMSの機能向上および機能拡張（CMS → ExCMS：拡張CMS）

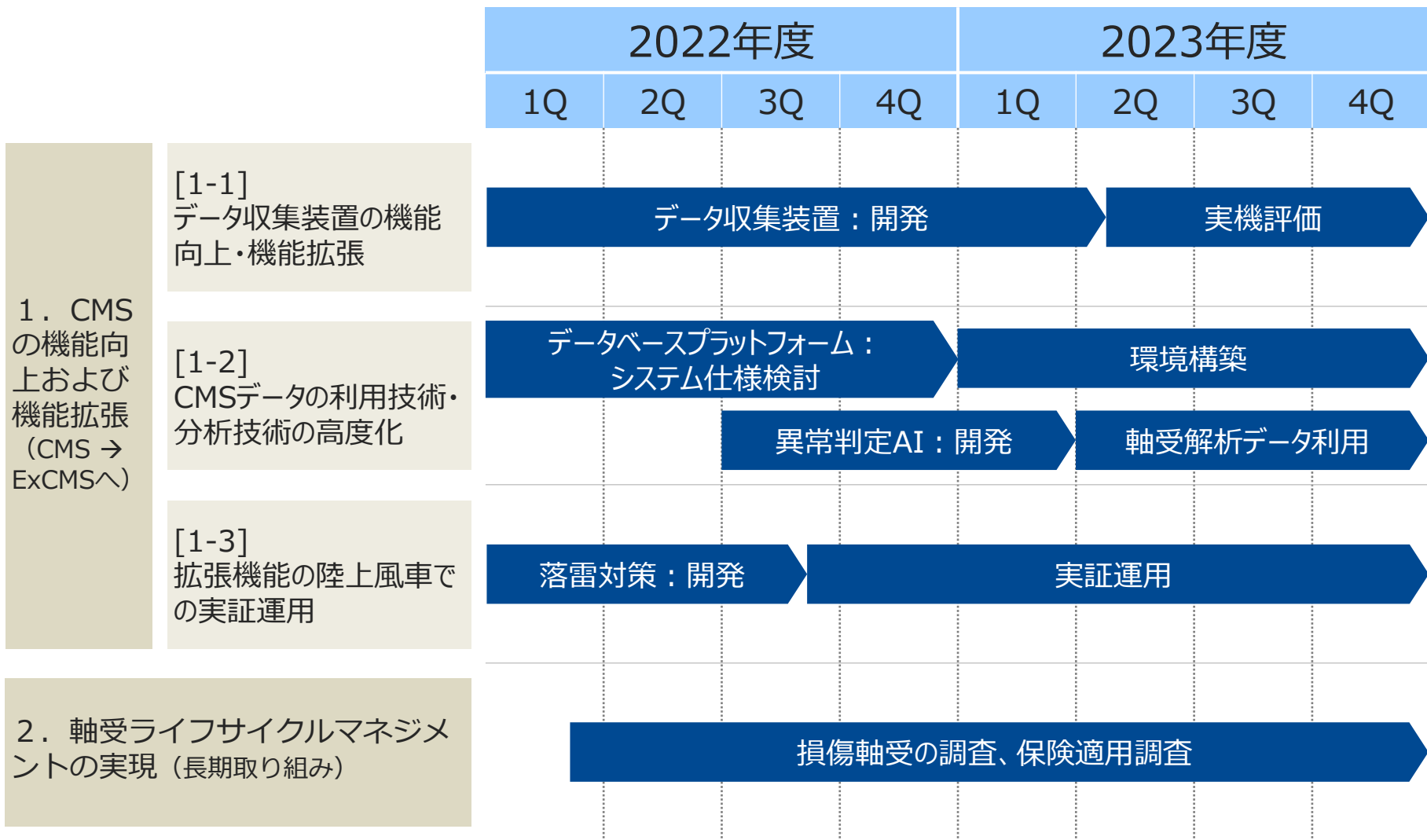
[1-1] データ収集装置の機能向上・機能拡張

[1-2] CMSデータの利用技術・分析技術の高度化

[1-3] 拡張機能の陸上風車での実証運用

2. 軸受ライフサイクルマネジメントの実現（長期取り組み）

助成事業分担・スケジュール



1. CMSの機能向上および機能拡張 (CMS→ExCMSへ)

[1-1] データ収集装置の機能向上・機能拡張

計測機能、通信機能、連携機能、保守機能の
4領域において、機能向上・機能拡張を実現した



① 多様なセンサーに対応可能なデータ収集装置を製作完了

- 計測できるセンサーの種類が増え、振動だけでは検知が難しい対象(主軸受、増速機遊星部など)への対応が可能となった
- 実機風車4基に設置して実証運転を実施

② 風車制御機器など外部システムとの連携強化

- 落雷検知システム、風車制御機器などとの連携機能を実装
- 様々な通信I/Fへの対応 (Ethernet、Wi-Fi、Bluetoothなど)

③ Edge処理機能の実装

- データ収集装置内で常時計測・分析処理する機能を実装
診断結果に基づくリアルタイムなフィードバックが可能となった

④ CMSの信頼性向上

- データ収集装置 ソフトウェア不具合の自己診断・自動復旧機能を搭載
- 雷サージ防護機器や絶縁処理により、耐雷性能を向上
- クラウドサーバーのセキュリティ向上、サーバーシステムの冗長性確保

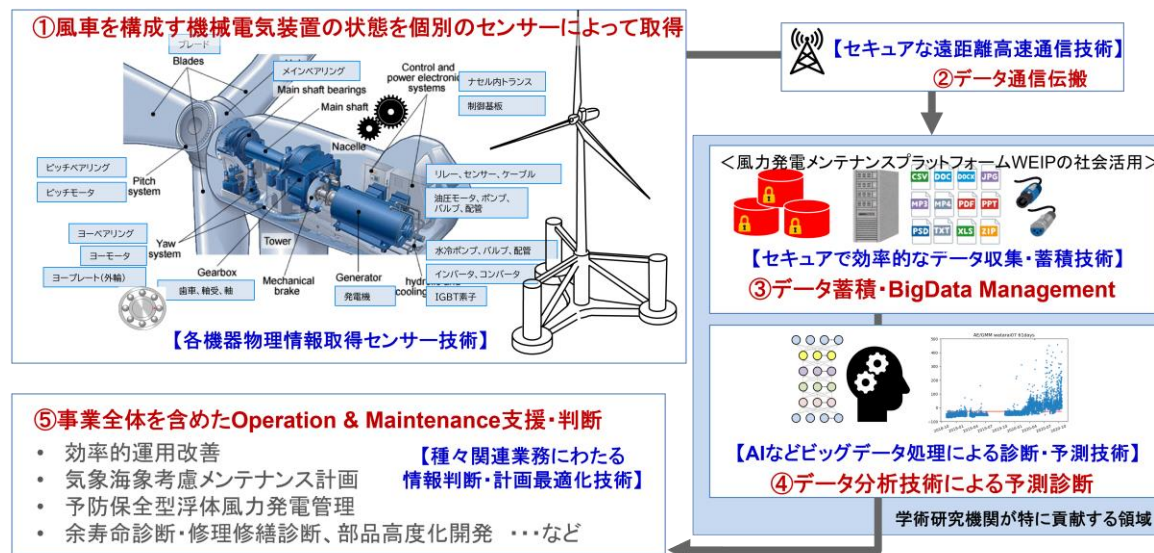
1. CMSの機能向上および機能拡張 (CMS→ExCMSへ)

[1-2] CMSデータの利用技術・分析技術の高度化 (1)

当社のCMSサービス展望を踏まえ、データベースプラットフォームとの連携機能の設計開発を行った

① CMSとデータベースプラットフォーム(WEIP)との連携システムの開発

- 当社CMSサービス事業の展開およびWEIPとの連携・活用方法を検討し、CMSとWEIPとの連携詳細設計を実施
- CMSクラウドサーバー、WEIP、産総研計算機の3機関のシステムを連携して、AI技術を利用したCMSデータの自動分析を実現
- WEIP上で風車の運転環境データを用いた分析が可能な状態とした



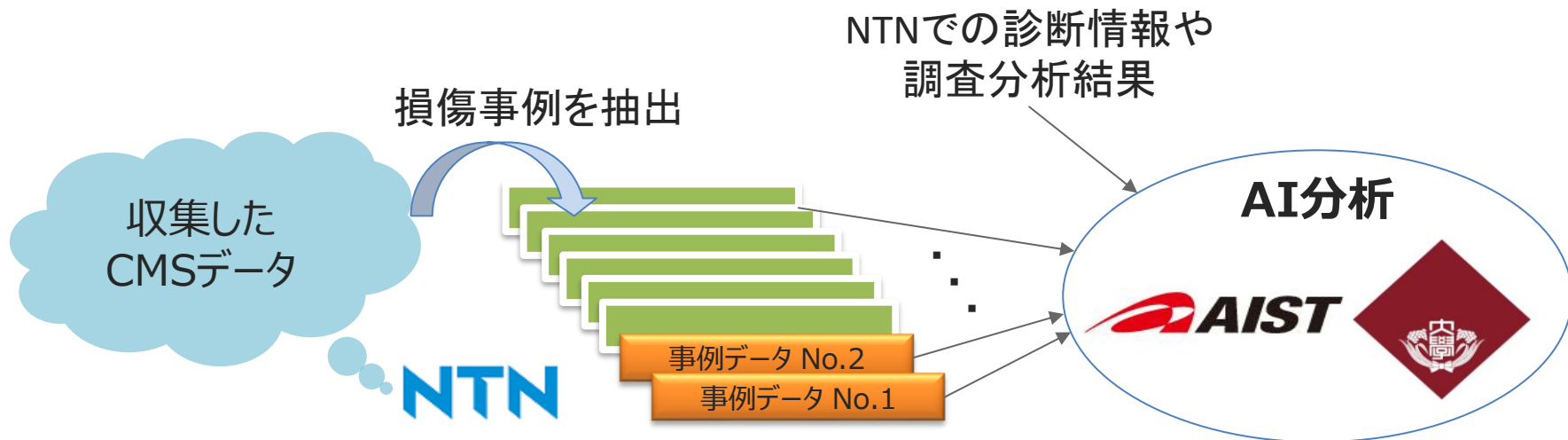
1. CMSの機能向上および機能拡張（CMS→ExCMSへ）

[1-2] CMSデータの利用技術・分析技術の高度化（2）

学術研究機関とともに風車異常検知のためのAIモデルを共同で開発
実機風車の主軸受などの観測データに適用して有効性を確認した

② 異常判定AIの利用により、損傷部位・原因の推定能力を向上

- CMSで観測した損傷事例から、分析対象12件をピックアップして、産総研・早稲田大学でAI分析を実施
- 従来のAIモデルの課題を洗い出し、検知性能の高い改良AIモデルを開発



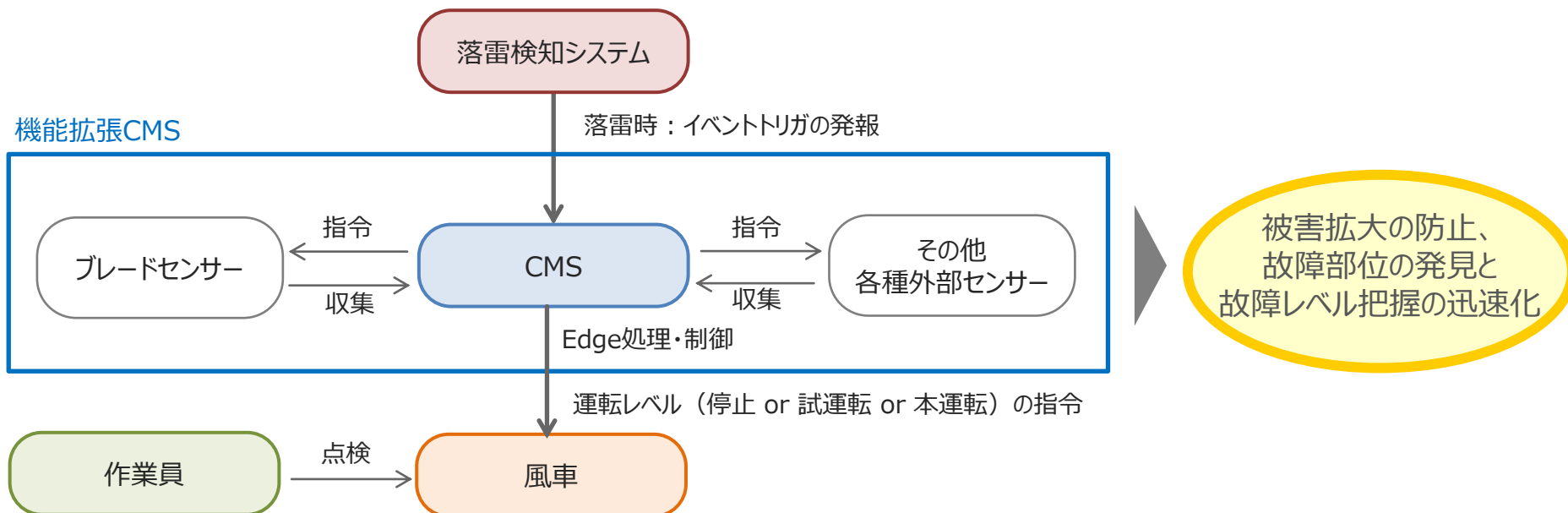
1. CMSの機能向上および機能拡張（CMS→ExCMSへ）

[1-2] CMSデータの利用技術・分析技術の高度化（3）

様々なメーカーの落雷検知システムとの連携動作を実現
落雷前後のCMSデータの分析、ブレード損傷の検知手法の検討を行った

③ 落雷イベント等に関するCMSデータの分析評価

- 落雷発生前後のCMSデータを記録するイベント計測機能を開発
- 落雷検知システム6機種とのシステム連携を実現
- ブレード軽度損傷事例について、CMSデータで分析評価を実施



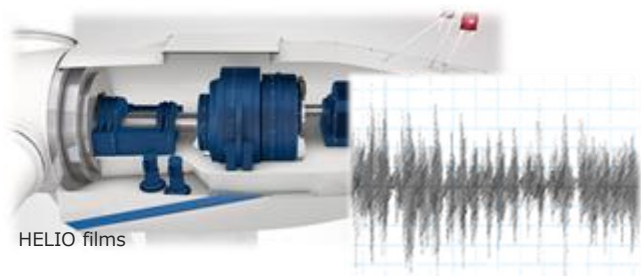
1. CMSの機能向上および機能拡張 (CMS→ExCMSへ)

[1-2] CMSデータの利用技術・分析技術の高度化 (4)

軸受メーカーの知見を活かして軸受損傷振動の解析技術を開発
得られた解析データをAI異常診断手法の学習データに活用した

④ 軸受損傷で発生する振動の解析技術の開発

- 軸受の動解析モデルを作成し、損傷振動のシミュレーションを構築
- 解析データとベンチ試験データとを比較評価して、損傷傾向が再現されていることを確認
- 解析データとAI技術を組み合わせ、診断の難易度が高い主軸受や増速機遊星軸受などの低速回転部の損傷診断を実施した



風車実機の計測データを用いた
診断分析技術



ベンチ試験データや解析モデルの活用

1. CMSの機能向上および機能拡張（CMS→ExCMSへ）

[1-3] 拡張機能の陸上風車での実証運用（1）

**実機風車22基において落雷検知システムとの連携CMSを1年間以上運用し、
被雷時の風車損傷診断に有用な実証データを蓄積した**

振動センサーの耐雷対策や、低速回転部向けの実証試験を実施した

① 落雷検知システムとの連携機能の実装

- 北海道および北陸～東北地域の実機風車22基に設置した落雷検知システムとの連携運用により、1年間以上CMSデータを収集
- 落雷時におけるCMSデータの収集成功率95%以上を達成
- ブレードの振動を計測可能な計測ユニットを開発し、上記22基のうち2基に設置して落雷時を含めたブレード振動データを収集
- 耐雷対策した振動センサー210個を実機風車に設置して1～1.5年間運転し、落雷のあった風車での故障率は、未対策品19%に対し対策品はゼロ

② 低速回転部での追加センシング機器の設置

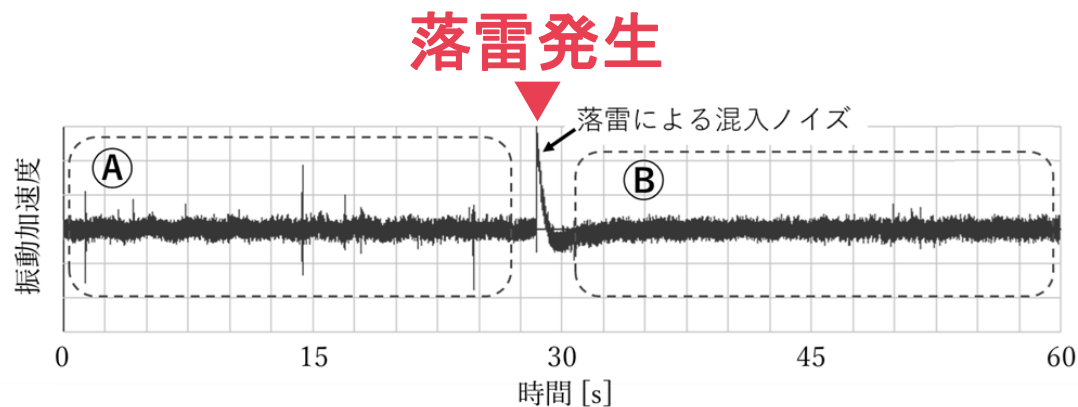
- 社内ベンチ試験を実施して風車の低速回転部向けのセンサーを選定、センサーに適した演算処理方法や評価用パラメータを開発
- AEセンサー・変位センサーを実機風車に設置し実証試験を実施

1. CMSの機能向上および機能拡張 (CMS→ExCMSへ)

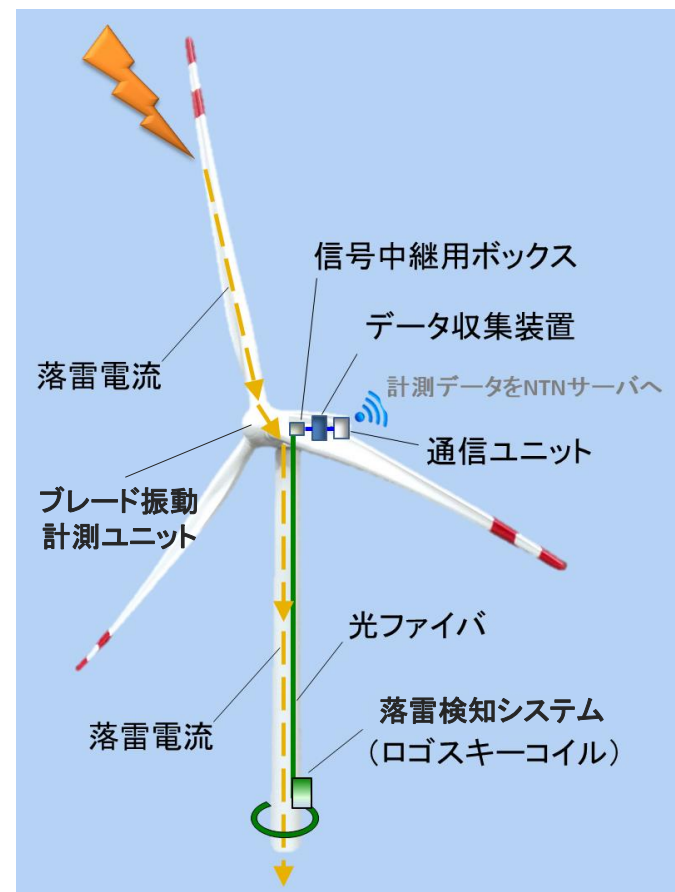
[1-3] 拡張機能の陸上風車での実証運用 (2)

落雷検知システムとCMSとの連携

- 風車既設の落雷検知システムとCMSとを接続
- 落雷検知システムからの落雷検知信号を受け、落雷イベント前後のCMSデータを記録・分析



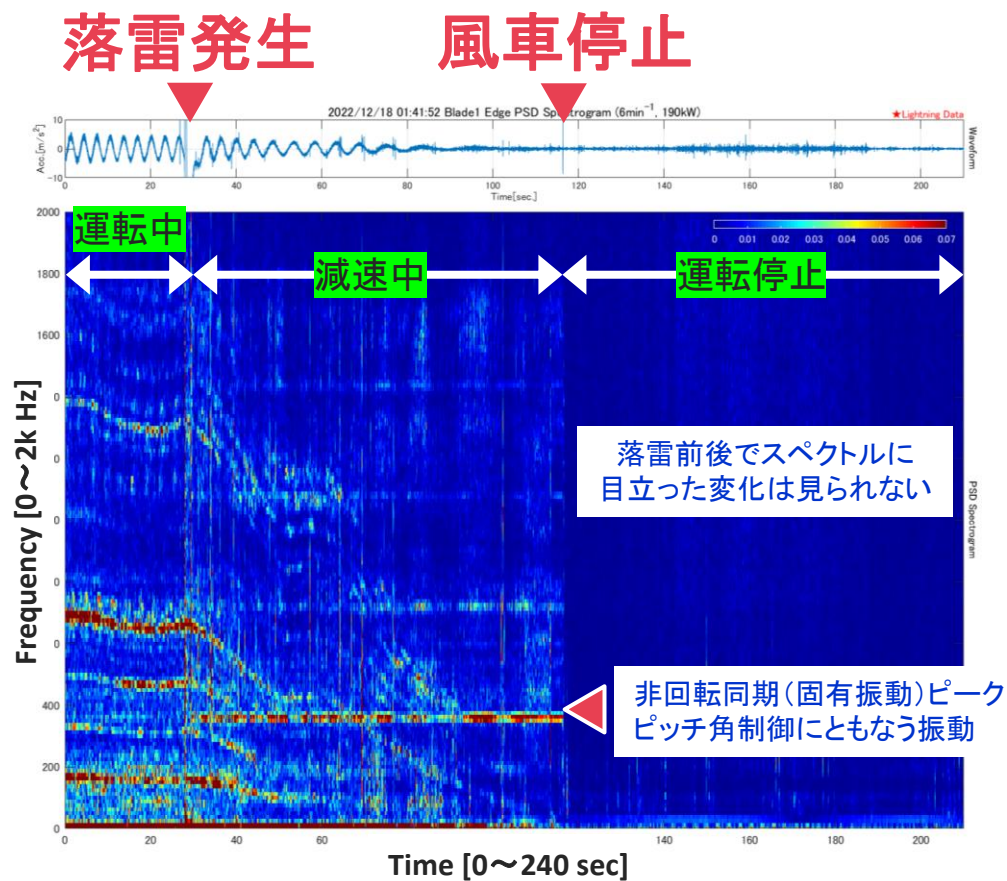
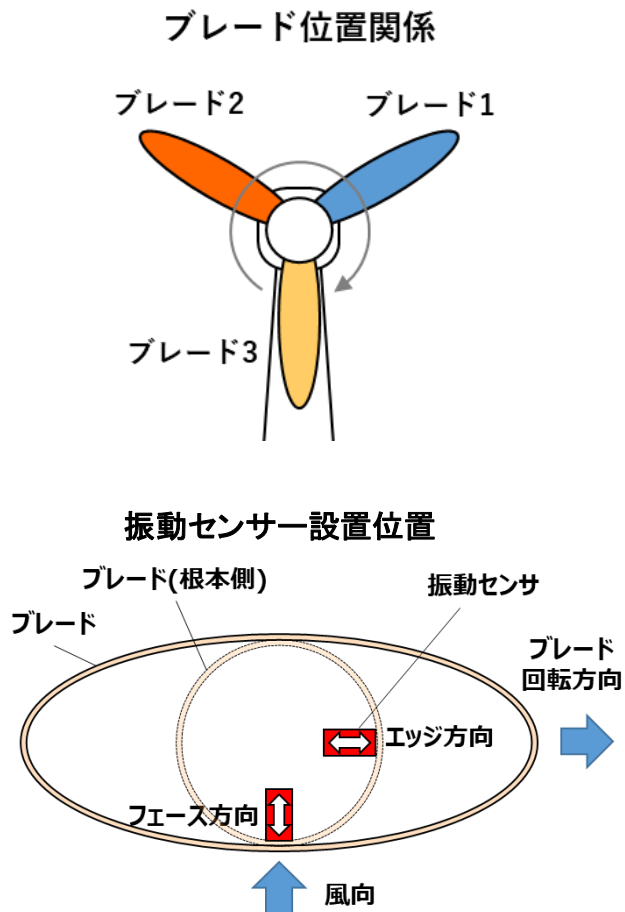
風車主軸受近傍で計測した落雷前後の振動データ
(落雷前30秒・落雷後30秒、損傷は発生しなかったケース)



1. CMSの機能向上および機能拡張 (CMS→ExCMSへ)

[1-3] 拡張機能の陸上風車での実証運用 (3)

落雷時のブレード振動データの例



落雷30秒前から風車停止までの
約3分間のブレード振動を可視化した図

2. 軸受ライフサイクルマネジメントの実現（長期取り組み）

軸受の補修および点検保守に関するトータルサービスの提供に向けて、メンテナンス会社と共同で軸受等を調査し、CMSデータとの対比を行った

① 軸受供給、状態監視、メンテナンスをパッケージ化したサービスの構築

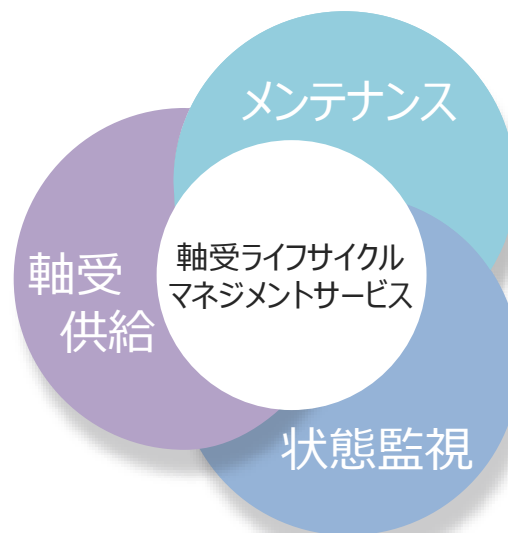
- CMSで損傷の兆候を検知した風車増速機の調査をメンテナンス会社と共同で実施し、CMSデータと現物との対比分析を行った
- 主軸受の損傷事例3件を選定し、軸受分解調査を実施した

② 損害保険との連携によるO&M費用の事業者負担低減への取り組み

- 保険会社とリスク評価作業を行い、提案メニューを検討しとりまとめた

実施内容

- 状態監視情報を利用した適切な点検保守作業の提案
- 要注意部品についての現地調査作業
- 補修軸受の提供
- 損傷軸受の分解調査
- O&MへのCMSの利用を促進する保険適用の検討



まとめ

- ◆ 機能拡張型CMSデータ収集装置の開発を完了した。装置を小型化するとともに、洋上風車での運用で必要となる各種機能の向上を実現した。
- ◆ 様々なメーカーの落雷検知システムとの連携動作を実現し、落雷発生前後のCMSデータの収集・分析を可能とした。
- ◆ ブレード振動計測ユニットを含めた実機風車でのCMSデータ計測を1年間以上実施した。また、センサの耐雷対策の効果も確認した。
- ◆ CMSの観測データによる軸受状態の推定結果と、実機風車の損傷軸受との比較調査を行い、損傷レベル判定についての知見を深めた。
- ◆ 学術連携機関への委託研究により、データ活用技術に関する高度な研究開発を推進した。
 - CMSによるブレード損傷の検出手法の研究開発
 - CMS計測データを用いたAI異常診断技術の研究開発
 - CMSの収集データ活用のためのDBプラットフォームの設計開発

今後の課題

◆ CMS情報の利用範囲拡大

- 実証事例数の拡大と有効性評価の継続
- CMS情報の風力発電メンテナンスプラットフォーム（WEIP）での利用開始
（ライセンス等の利用環境整備、診断機能の実装、サービス運用開始）

◆ 軸受ライフサイクルマネジメント体制の構築

- 軸受を中心とした、風車保守事業者や保険業者との連携サービスの実現