

1. 目的
風力発電機の主軸受・増速機の潤滑状態を解析・診断するシステムを構築する。洋上風力のダウンタイム最小化のため、潤滑状態を正確に予想する分子レベルからのシミュレーション技術を提案する。

2. 期間
フェーズA 2024/4 ～ 2025/3
フェーズB 2025/4 ～ 2027/3

3. 目標（中間・最終）
シミュレータにより基本的な系のみならず一般的なグリース・添加剤について摩擦摩耗挙動を予測可能とすること。

4. 成果・進捗概要
トライボ流動シミュレータ：分子レベルから粗視化粒子レベルまで、様々な粗視化シミュレーションが可能に。メソスケールトライボSPHシミュレータ：現実的な表面粗さにおいて、表面化学性状の異なる系の焼き付きの初期過程を解析可能に。破壊予兆の予測のための AI アルゴリズムを作成。

事業紹介

目に見えない現象をシミュレーションで見よう！

計算科学研究所の受託計算サービス

分子シミュレーションは、目に見えない原子・分子の世界の挙動を可視化し、
・実験結果の解釈の高度化
・新しい材料の性能予測
・分析では対応できなかった現象の理解に威力を発揮します。

本社所在地	兵庫県神戸市
設立／資本金	2022年4月 2,000千円
従業員数	8名（西暦 2026年1月現在）
事業内容	分子シミュレーション解析，分子シミュレーション関連のコンサルティング

兵庫県立大学大学院情報科学研究科
鷲津研究室の分子シミュレーション技術の社会実装

兵庫県立大学大学院
情報科学研究科
計算科学コース
研究、教育

理研R-CCS FOCUS
(京コンピュータ(計算科学)
ーハコン富岳激速機構)
大規模計算 産業利用

兵庫県大鷲津研: マルチスケール粒子計算

NEDO風車潤滑プロジェクト

課題

分子レベルからの現象を網羅したシミュレータの開発

新しいシミュレータでは、基油を「流れ」として扱うので、非常に軽い！
“ダマ”のシミュレータを作るのです。

粗視化の必要性

トライボシミュレータの構成

研究開発内容・体制

岡山大学・異分野
岡本研
① トライボシミュレータを風力発電機へ適用するための改良
BDLBM精緻化

鹿児島高等・機械
杉村研
② メソスケールトライボSPHシミュレータの実用化
SPH 実用化

兵庫県大工学部・機械
木之下研
③ その場観察マイクロトライボメータによる摩擦界面の解析
マイクロノ
表面現象解析

計算科学研究所
実データに基づく理論的解析による診断システムの創成
① トライボシミュレータを風力発電機へ適用するための改良
④ トライボ破壊予兆予測AIアルゴリズム
計算科学解析・診断システム作成
⑤ オイル・軸受メーカー各社との連携・評価
兵庫県大・情報 鷲津研
基礎研究

トライボシミュレータの市販化

潤滑診断システムの市販化

世界の風車に搭載
潤滑剤の効率化
各メーカーによる
風力発電機のダウンタイムの大幅低減

実用化・事業化に向けたプラン

事業化スケジュール

研究開発項目	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度	予定される重要な報告
① 予測精度向上						
② シミュレータの検証・改良						
③ シミュレータの検証・改良						
④ シミュレータの検証・改良						
⑤ シミュレータの検証・改良						
⑥ シミュレータの検証・改良						
⑦ シミュレータの検証・改良						
⑧ シミュレータの検証・改良						
⑨ シミュレータの検証・改良						
⑩ シミュレータの検証・改良						
⑪ シミュレータの検証・改良						
⑫ シミュレータの検証・改良						
⑬ シミュレータの検証・改良						
⑭ シミュレータの検証・改良						
⑮ シミュレータの検証・改良						
⑯ シミュレータの検証・改良						
⑰ シミュレータの検証・改良						
⑱ シミュレータの検証・改良						
⑲ シミュレータの検証・改良						
⑳ シミュレータの検証・改良						
㉑ シミュレータの検証・改良						
㉒ シミュレータの検証・改良						
㉓ シミュレータの検証・改良						
㉔ シミュレータの検証・改良						
㉕ シミュレータの検証・改良						
㉖ シミュレータの検証・改良						
㉗ シミュレータの検証・改良						
㉘ シミュレータの検証・改良						
㉙ シミュレータの検証・改良						
㉚ シミュレータの検証・改良						
㉛ シミュレータの検証・改良						
㉜ シミュレータの検証・改良						
㉝ シミュレータの検証・改良						
㉞ シミュレータの検証・改良						
㉟ シミュレータの検証・改良						
㊱ シミュレータの検証・改良						
㊲ シミュレータの検証・改良						
㊳ シミュレータの検証・改良						
㊴ シミュレータの検証・改良						
㊵ シミュレータの検証・改良						
㊶ シミュレータの検証・改良						
㊷ シミュレータの検証・改良						
㊸ シミュレータの検証・改良						
㊹ シミュレータの検証・改良						
㊺ シミュレータの検証・改良						

シミュレータは、軸受メーカー、オイルメーカーにおいて研究開発用のソフトウェアとして提供する。破壊予兆アルゴリズムは実機搭載を目指す。

研究開発目標①

(a) シミュレータの改良を進め、また、インプットファイルを作成するソフトウェアとの連携を実現した（図1）。また、粗視化モデルの元となる全原子モデルにおいて、グリース増滑剤分子の違いによる凝集体構造の違いが明らかとなり、この知見を元に粗視化モデリングの方針を立てることができた（図2）。

図1 インプットファイルの作成ソフト

図2 全原子モデルによる増滑剤の構造およびダイナミクス解析。

研究開発目標②

SPH シミュレータを各種金属に対して応用し、実表面形状モデルに適用すること、表面酸化モデルを作成することにより、焼き付きの初期過程を模倣することが可能となった（図3）。

図3 SPH シミュレータにおける、実表面形状モデルにおける発熱・熱輸送の詳細解析（上）と表面酸化モデル（下）。

研究開発目標③

その場観察SEM※系において、潤滑剤の可視化に成功した。

研究開発目標④

サーモカメラにより、画像データからAIにより摩擦係数を予測することに成功（図6）。

図4 SEM観察による潤滑剤の可視化。

図5 サーモカメラによる発熱の可視化。

研究開発目標⑤

オイル、軸受の各社から、事業化に向けた前向きなコメントをいただいた。世界各国の状況を調査して優位性を確認した。

図5 サーモカメラによる発熱の可視化。

図6 画像データを基にした摩擦係数予測。

今後の取り組み（フェーズB 2026年以降）

研究開発計画

研究開発項目	目標（値）	実施担当者
① トライボシミュレータを風力発電機へ適用するための改良		
(a) トライボ流体シミュレータ (BDLBM) の改良	粗視化モデリングの精緻化、ユーザーインターフェース・アドオンの高性能化。	(株) 計算科学研究所 岡山大学異分野基礎科学研究所
(b) トライボSPHシミュレータの改良	表面性状の変化について分子レベルの知見を含めたモデルの進化および大規模実証計算の実現。	(株) 計算科学研究所
② メソスケールトライボSPHシミュレータの実用化	接触や応力に関する計算モデルの更なる精緻化を進め風力発電機の系において摩擦摩耗予測する。	鹿児島工業高等専門学校
③ その場 SEM 観察マイクロトライボメータによる摩擦界面の解析	一般的な振動条件においてグリースおよび添加剤による表面の変化を実測する。	兵庫県立大学工学部
④ 破壊予兆の予測のための AI アルゴリズム作成	サーモカメラによるAIアルゴリズムの高度化および適用範囲の拡大。	(株) 計算科学研究所
⑤ オイル・軸受け等のメーカー各社との連携、事業実現性の確認・評価	本シミュレータ・予測AIアルゴリズムについて、適宜指導をいただき、市販化に耐えうる製品にする。	(株) 計算科学研究所

今後の展開

■ユーザーインターフェースの作成

2025 年度ユーザーインターフェースを実装したが、2026 年度は下記において汎用化する。
・現状の全原子モデルを拡張して、United Atom モデルを設計できるようにする。
・流体側（格子ボルツマン法）は、フェーズBでは任意の設計とせず、典型的な流路（固体に挟まれたシェア、ポアズイユ流れなど）についてテンプレートを使用するにとどめる。

UIの作成（Winmostar）

■破壊予兆の予測のための AI アルゴリズム

実機への実装可能性が見えてきたので、商品化を見据えた広域展開を行う。

軸受・オイルメーカー様への展開を中心に、風力発電機の摩擦・摩耗予測を通して、日本の次世代エネルギー技術の根源的活性化を目指します。

株式会社 計算科学研究所

CSlab

連絡先：株式会社 計算科学研究所 鷲津 仁志
連絡先：（h@cslab.biz）