NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025　（分野：シーズ発掘）
発表No.：1-8-3

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／フェーズA（風力発電利用促進分野）

風力発電機の潤滑界面のトライボ解析・診断システム開発

団体名：株式会社計算科学研究所，兵庫県立大学工学部，鹿児島工業高等専門学校

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，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 アルゴリズムの第一次モデルを作成．

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！

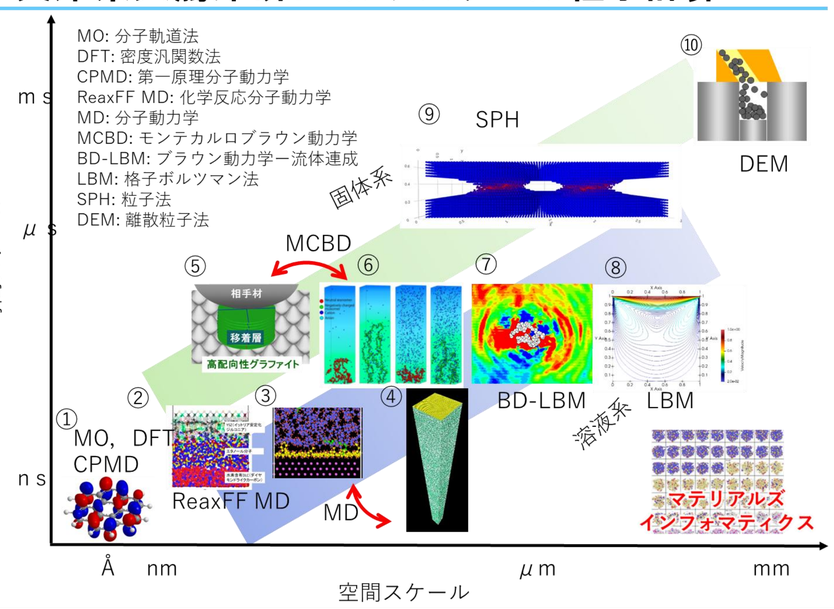
計算科学研究所の受託計算サービス

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	7名（西暦　2025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ーション

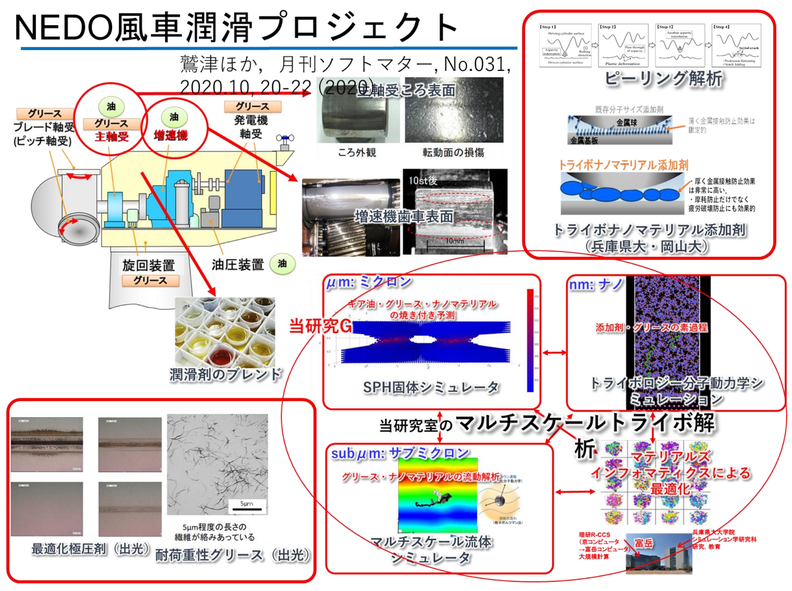
兵庫県立大学大学院情報科学研究科
鷲津研究室の分子シミュレーション技術の社会実装

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

鷲津ほか，月刊ソフトマター, No.031, 2020.10, 20-22 (2020)

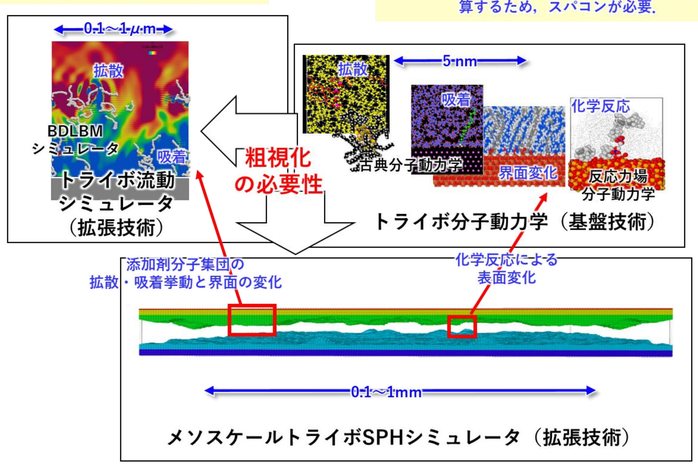


課題

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．

潤滑油の中で，添加剤やグリースは“ダマ”（分子集合体）を作る．ダマの出来具合で機能発現する．
従来法だと，基油，添加剤，増稠剤の全ての粒子を計算するため，スパコンが必要．



トライボシミュレータの構成

研究開発内容・体制

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
マイクロナノ表面現象解析

鹿児島高専・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

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

兵庫県大・情報　鷲津研
⑤ オイル・軸受メーカー各社との連携・評価

→ 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　各メーカーによる潤滑材の高効率化

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＼助成期間終了後	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度	予想される重大な障害
①予測精度向上						
②シミュレータβ版製品設計		◇β版配布				◇精度向上がない
③シミュレータver. 1 製品設計			◇ver. 1配布			
④シミュレータver. 2 製品設計					◇ver. 2配布	◇顧客の確保
⑤破壊予兆アルゴリズム 製品設計			◇継続判断			◇開発失敗

投資金額（百万円）	1	3	4.8	6	7	
売上高（百万円）	7.7	28.8	48.8	68.8	98.8	
収益（百万円）	1.08	12.3	26.1	39.6	61.5	
直接雇用雇用者数（累積人）	1	2	3	2	2	
間接雇用数を含む新規創出雇用者数（累積人）	6	7	7	8	8	

1シミュレータあたり買取1千万，年間サブスクリプトで200万とする．また，ソフトウェアの売上が発生するまでは，従来通りのコンサルティングにより収益を上げる．

	市場規模	提案者のシェア	販売単価	販売数	売上	製品原価	収益
プロジェクト終了時（2026年）	1440百万円	2%	1,200円／L	24kL	28.8百万円	21.6百万円	7.2百万円
2029年度	2400百万円	32%	1,200円／L	640kL	768百万円	576百万円	192百万円

風車潤滑油の市場予測（出光興産殿の試算に基づく）

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．

研究開発成果（フェーズA）

研究開発目標①
(a)United-Atom モデルについて，新たにコーディングを実施し，基本的なテストを開始した．また，粗視化モデルの元となる全原子モデルにおいて，グリース増稠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１）．
さらに，AI力場を用いたグリース増稠剤モデリングも進めており，これを元にした粗視化モデル設計案も作成した（図2）．

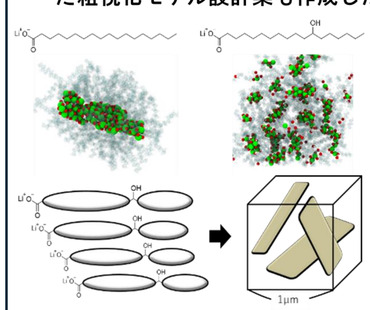


図１　全原子モデルによる増稠剤の凝集構造解析と粗視化モデル案．

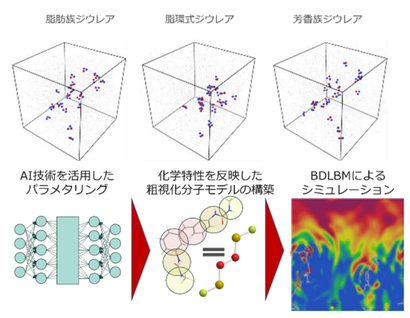


図２　AI力場を用いたウレア系増稠剤の凝集構造解析と粗視化モデル案．

研究開発目標①(b),②
SPH シミュレータを各種金属および高分子に対して応用し，モデル突起間の摩擦に伴う発熱および熱輸送について詳細解析できることを確認した．
さらに，実表面形状モデルに適用することにより，焼き付きの初期過程を模擬することが可能となる（図3）．

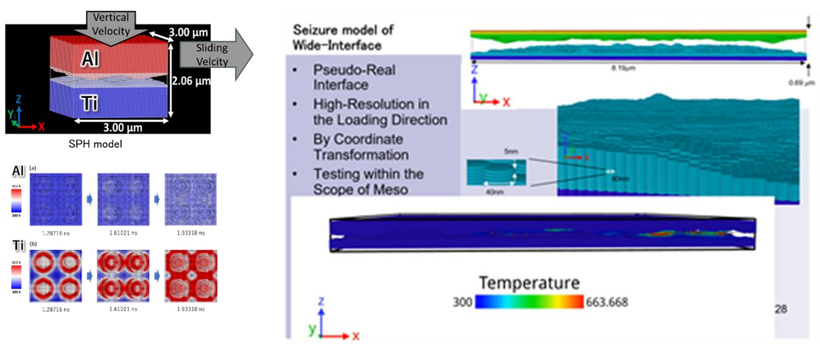


図3 SPH シミュレータにおける，発熱・熱輸送の詳細解析（左）と実表面モデリング例（右）．

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（図5）．
研究開発目標④
その場観察SEMと連携することにより，画像データから摩擦係数を予測することに成功（図6）．

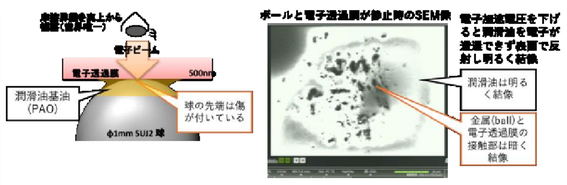
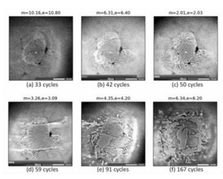


図5 潤滑下の可視化に成功．



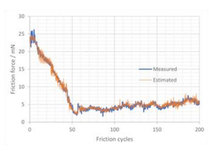


図6 画像データを基にした摩擦係数予測．

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の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．

今後の取り組み（フェーズB）

研究開発計画

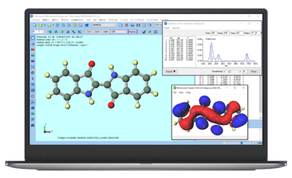
研究開発項目	目標（値）	実施担当者
① トライボシミュレータを風力発電機へ適用するための改良		
(a) トライボ流体シミュレータ（BDLBM）の改良	増稠剤ミセルについて粗視化モデリングの実装および基本的な系について予測可能とする．	（株）計算科学研究所
(b) トライボSPHシミュレータの改良	表面性状の変化について粗視化モデリングの実装および基本的な系について予測可能とする．	（株）計算科学研究所
② メソスケールトライボSPHシミュレータの実用化	界面相互作用の新規決定手法により風力発電機の基本的な系において摩擦摩耗予測する．	鹿児島工業高等専門学校
③ その場 SEM 観察マイクロトライボメータによる摩擦界面の解析	一般的な摺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	実機搭載を見据えたアルゴリズムにより破壊予兆を予測可能とする．	（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・予兆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

市販化に向けたユーザーインターフェースの作成

メーカー側と予備的な協議をしておりまして，
- 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．
- 粗視化分子モデルについては，現状の散逸粒子動力学モデルをベースに，本プロジェクトのシミュレータ用に拡張する．
- 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．

であれば予算内で作成できそうだと考えております．

SPHシミュレータ，破壊予兆予測アルゴリズムのUIは自社開発予定です．



UIの例（Winmostar）

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
MAIL：h@cslab.biz