



教授
三浦 英生



教授(兼)
陳 迎



客員教授
野中 勇



特任助教
Theresa Davey



特任助教
Arkapol Saendeejing



特任助教
Tran Nguyen Dung

三浦・Davey 研究室

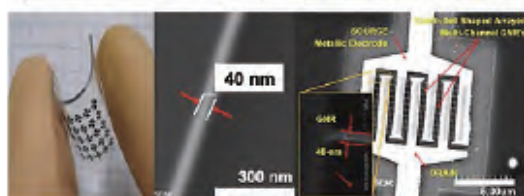
材料機能・信頼性設計評価研究部門
破壊予知と破壊制御研究分野

<http://www.miura.rift.mech.tohoku.ac.jp>

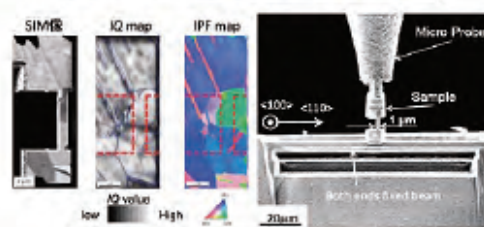
結晶品質の劣化損傷進行の可視化技術



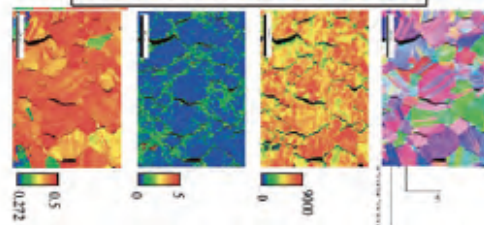
ナノカーボン材料応用多機能デバイス技術



結晶粒界の品質と強度の測定技術



結晶組織変化の非破壊検査技術



先端構造材料と機能デバイスの破壊を予知・制御し防止する設計・評価技術の開発

地球温暖化防止対策のため各種電力システム、航空輸送システムなどで使用される構造機器の稼働環境は高温高速など苛酷化する一方であり、機器の稼働中に生じる構造材料の劣化損傷が加速度的に深刻化する傾向にある。また高度情報化社会、IoT 社会を支える高機能デバイスでは、構造の微細化とともに発熱密度が原子力発電を超えており、材料の劣化損傷の加速による「寿命の低下」が深刻化している。このため、原子レベルで材料の劣化損傷の発生メカニズムを解明し、稼働環境における破壊を防止する方法を確立し、安全安心な社会の実現に貢献するため、1) 原子レベルでの材料結晶組織の分析可視化技術、2) 高信頼材料の設計、製造技術、3) 稼働中の負荷のオンラインモニタリング技術、4) 非破壊検査技術等の開発研究などを推進しています。

原子配列の秩序性に基づく材料の劣化損傷可視化技術の開発

耐熱合金や高機能薄膜材料の機能や性能は材料を構成する原子の配列規則により決定されています。したがって、この原子配列の規則性がくずれると材料の性質は変化します。原子配列状態の変化を、電子線回折法を応用して定量的に可視化する技術の開発を進めています。これにより、使用環境中の材質の劣化を、温度や応力などの環境条件と時間の関数として解明することを目指しています。

高信頼高強度材料や高性能薄膜デバイスの設計、製造技術の開発

材料の劣化損傷は構成原子の異方的な拡散現象に基づき進行することを明らかにしていることから、様々な負荷環境に置ける材料中の原子拡散を抑制する方法を原子レベルシミュレーション技術を応用して提案し、提案材料を試作してその性能や信頼性を評価しています。特に多結晶材料の結晶粒界近傍の原子配列状態を制御することで、耐熱合金や薄膜材料の強度・信頼性を向上させています。

構造機器稼働中実働負荷のオンラインモニタリング技術の開発

各種構造機器や人体のヘルスマニタリングを実現するために、半導体技術やカーボンナノ材料を応用したひずみセンサや触覚センサなどの設計と試作評価を進めています。半導体材料の電気抵抗がひずみの作用で数桁も変化する現象を応用し、ナノ、マイクロスケールの超小型・高感度センサを開発し、社会における安全で安心なヒューマンインターフェースの実現を目指しています。

構造機器材料劣化損傷の非破壊検査、モニタリング技術の開発

各種構造機器に使用されている材料の劣化損傷を非破壊で検査する技術の開発を進めている。特に各元素が有する光の反射率の波長依存性に着目し、波長制御光を照射してその反射光のスペクトル変化を分析することで、構造材料表面の組成分布の変化や、特定元素の局所的な偏析や析出を可視化する技術や、マイクロサンプリングによる強度劣化評価技術の開発などを進めています。

鈴木 研究室

材料機能・信頼性設計評価研究部門
ナノ界面機能・信頼性設計学研究分野

<http://www.miura.rift.mech.tohoku.ac.jp>



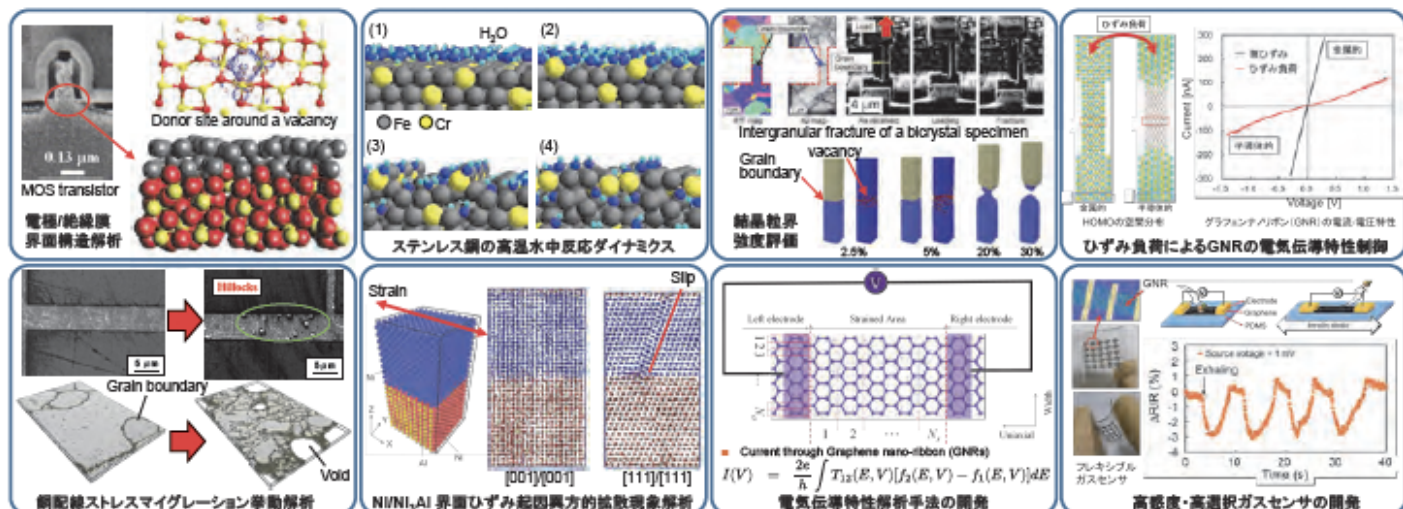
准教授
鈴木 研



客員准教授
王 蕾



特任助教
張 秉強



原子レベルシミュレーションを活用した材料機能・信頼性設計

原子レベルシミュレーションによる材料特性評価と信頼性設計

持続発展可能な社会の実現に向けて、ナノスケールの電子デバイスから発電プラントのような巨大構造体に至るまで、各種機器の高機能、高性能、長寿命化が求められています。これまで新材料の開発や複合化などにより機器の高機能、高性能化が実現されてきましたが、その反面、材料システムは複雑化し、材料組織の不均一性や不安定性は増大する傾向にあります。特に積層構造体や複合材料における異種材料界面では、濃度勾配やひずみ勾配が存在するため使用条件や使用環境によって界面組織が時間とともに変化し、この組織変化を起因とする不良や損傷が顕在化してきました。そこで原子レベルシミュレーションを活用し、材料界面の組織変化プロセスを材料、環境、力学の相互作用の観点から明らかにし、異種材料界面組織変動メカニズムに立脚した高機能・高信頼材料の設計開発研究を推進しています。

原子レベルシミュレーションによる材料機能設計

次世代材料システムの高性能化と長期信頼性向上を目的とし、量子力学に基づく原子レベルシミュレーションを用いて、ひずみ（応力）、組成、構造、環境の相互作用による材料組織および物性変動メカニズムの解明と、その支配因子に基づいた材料設計を実践しています。設計された組成や構造に対して試作評価を行い、理論と実験の両輪からなる材料設計・開発技術の確立を目指します。

異種材料界面組織、物性変動メカニズム評価手法の開発

今後予想される材料システムの多元素化、複雑化に対応するため、界面や粒界構造、組成、雰囲気、電場などが複雑に絡み合ったマルチフィジックス現象プロセスを解析可能な量子分子動力学シミュレータの開発に取り組んでいます。ナノ・マイクロオーダーの材料を試作し、界面組織変化や物性変動現象に対するシミュレーション結果と比較することで手法の精度、信頼性の向上を目指します。

次世代エネルギー材料システムの劣化・損傷メカニズムの解明

21世紀を支えるエネルギーシステムの安全・安心を確立するため、クリープや疲労損傷、応力腐食割れなどエネルギー機器構造材料の多様な劣化・損傷現象に対し、応力によって加速される原子拡散や化学反応、すなわちメカノケミカルプロセスという観点から、材料の劣化メカニズムを検討するとともに、原子拡散と表面反応を抑制することを目的とした耐熱合金の設計評価を行っています。

カーボンナノマテリアル応用実時間ヘルスマニタリングデバイスの開発

グラフェンをナノスケールのリボン形状に加工したグラフェンナノリボンは、構造に歪みを作用させることでその電子物性を半導体から金属まで可変制御することが可能です。この特性を利用した発電素子やガスセンサ、触覚センサなど様々なデバイスを開発し、少子高齢化社会において不可欠な実時間ヘルスマニタリングを実現するウェアラブルデバイスの実現を目指した研究を行っています。