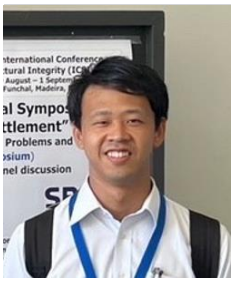
機械システム工学分野

水素はなぜ金属を脆くするのか？ 原子レベルからの水素×金属相互作用の理解

カーボンニュートラル実現のため，化石燃料に代わる新たなエネルギー源としての水素の利用が広がっています．しかし，水素と金属材料の相性は極めて悪く，水素によって金属材料が著しく脆くなることが知られています．この現象が初めて報告されてから150年近く経過しているにも関わらず，現在もその原因は解明されていません．当研究室では，同学科の松中教授と協力して，原子スケールの水素原子と金属原子の相互作用に着目し，この現象の解明を目指して研究を進めています．



助教 森山 潤一朗

九州大学大学院工学府機械工学専攻にて博士(工学)を取得後，2025年4月より現職．
研究テーマは，固体力学，計算材料科学，材料物性．

≫ 私の学問へのきっかけ

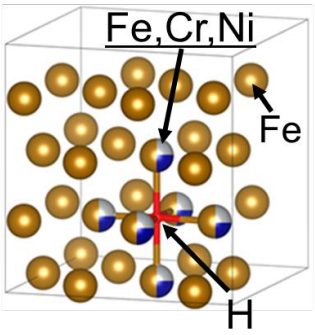
元々宇宙飛行士になりたかったのですが，その中でロケットの開発に興味が移り，大学では機械工学の道に進みました．大学院で初めて，水素脆化の研究に着手しました．この中で，目に見えるマクロなスケールでの知見だけではなく，原子・電子スケールでの知見を得ることで，より深く水素と金属の関係を理解できるのではないかと考え，現在の研究テーマに足を踏み入れました．

≫ 研究から広がる未来

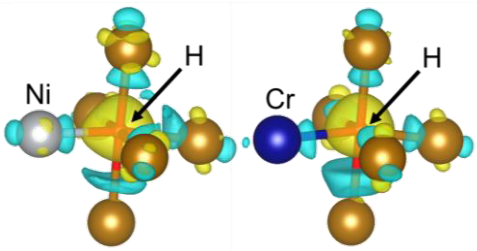
あらゆる材料のマクロな物性は，究極的には原子スケールの相互作用に由来します．しかし，原子レベルの研究による知見と，マクロな物性に関する知見には現在も大きな開きがあります．原子スケールからマクロまでのトランススケールな研究をつなげることで，新しい材料の開発につなげていきます．

≫ 卒業後の未来像

四力学の1つである材料力学や材料工学の考え方をベースに，最先端の計算科学を通じてプログラミングや論理的思考力を身に着け，新しい材料を研究する分野や材料の特性を生かした製品を開発する分野で活躍できる人材を育成します．



Fe-Cr-Ni系中の水素原子．水素原子は金属原子と比較してサイズが小さいため，このように金属原子間の隙間で安定します．



水素原子近傍の電子密度変化．水素原子に隣接する金属原子の種類によって，電子密度分布が変化し，水素原子の安定度に対して大きな影響を与えます．

先鋭融合 機械物理 知能機械

研究キーワード 固体力学 ・ 計算材料科学 ・ 材料物性

研究シーズ

■第一原理計算を用いたFe-Cr-Niオーステナイト合金の水素固溶度に関する研究

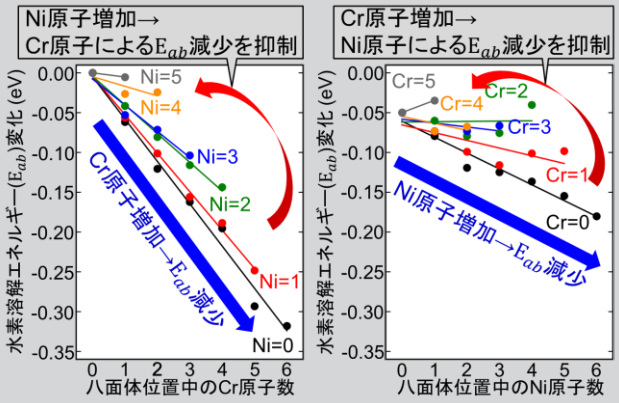
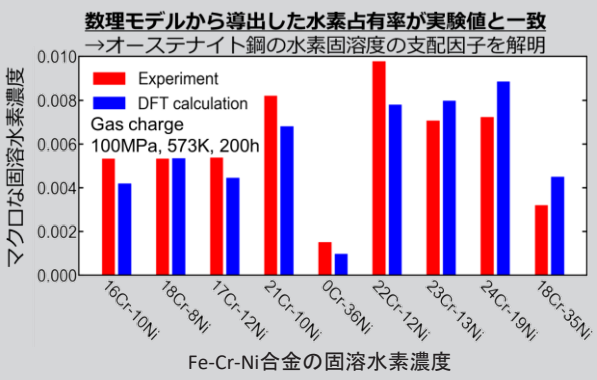
最近の研究トピックス

①第一原理計算を用いたFe-Cr-Niオーステナイト合金の水素固溶度が持つCr/Ni量依存性

Fe-Cr-Niオーステナイト合金は，マクロな固溶水素濃度の上昇により強度-延性が著しく向上する．マクロな固溶水素濃度はCr/Ni量に強く依存する．第一原理計算により，金属内部の水素原子に隣接するCr/Ni1原子数の変化による安定度(水素溶解エネルギーE_{ab})の変化と，マクロな水素固溶度変化の関係を評価しました．

②第一原理計算を用いたH原子がオーステナイト相安定度に与える影響

ステンレス鋼内部への水素の侵入による水素脆化は，変形中の相変態に由来する(γ相→α'相)．金属内部に侵入する水素原子が各相の安定度に与える影響について，第一原理計算を用いて検討しました．



Fe-Cr-Niオーステナイト合金中の原子スケールでの水素原子の安定度