

モノの寿命の解明と延伸による使い続けられるものづくり

エントロピー損傷に基づく熱可塑CFRPの寿命定量化

研究開発代表者：小柳潤 東京理科大学・先進工学部 教授

共同研究機関：京都工芸繊維大学，伊藤忠テクノソリューションズ株式会社



目的：

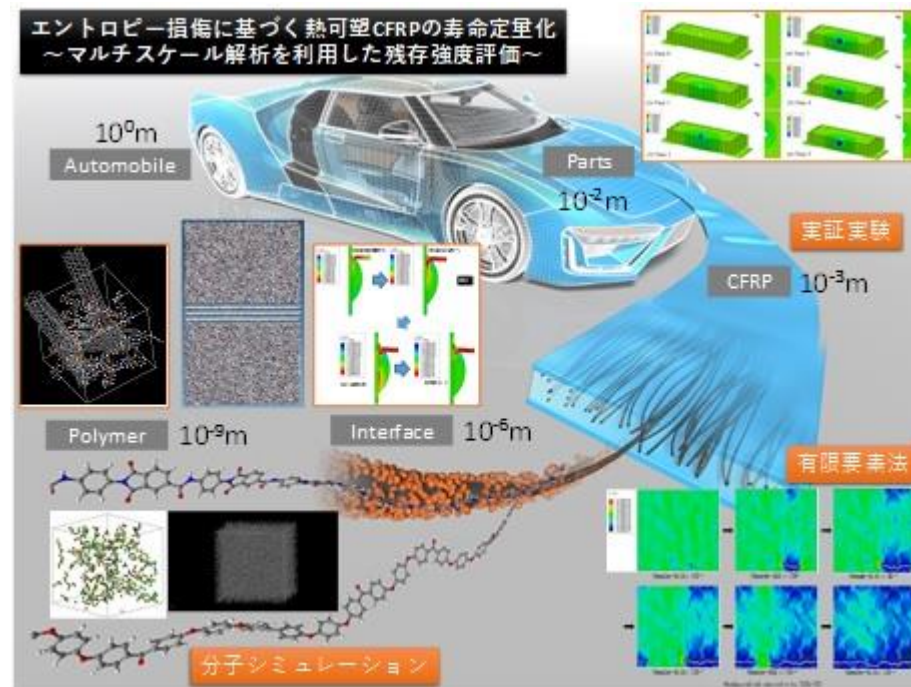
熱可塑性CFRPを対象とし、疲労・劣化に伴うミクロな損傷を熱力学エントロピーに結びつけ、様々な環境下で負荷を受けた後の残存強度、余寿命を定量的に予測することで、安心して複合材を使い続けることを可能にする。

研究概要：

自動車など輸送機器での使用が拡大しようとしている、熱可塑性CFRPは、様々な環境、多様な負荷に対して、異なる素材の組み合わせが複雑な変化を蓄積し、その余寿命の予測が難しかった。

この外的な負荷によるマトリックスの微小損傷の蓄積を定量化する手段として、分子スケールでの乱雑さを表すエントロピーに着目し、エントロピーと損傷の定量的な関係を（損傷の実体観察と共に）解明する。

力学的観点から計量されるエントロピーで損傷を代表する妥当性は、分子シミュレーションによる計算値と、試験品の熱物性測定、密度測定などの実測値との対応から検証する。更にこのミクロな損傷の蓄積がマクロな損傷につながるスキームを確立し、CFRP全体としての残存強度を推定し、実測値でこれを確かめていく。



<https://www.rs.tus.ac.jp/koyanagi/2019/>

Enhancement of product durability and usability for resource-efficient society

Quantification of Lifetime for Thermoplastic CFRP Based on Entropy Damage

Project Leader : Jun Koyanagi, Professor,
Faculty of Advanced Engineering, Tokyo University of Science

R&D Team : Kyoto Institute of Technology, ITOCHU Techno-Solutions Corporation (CTC)

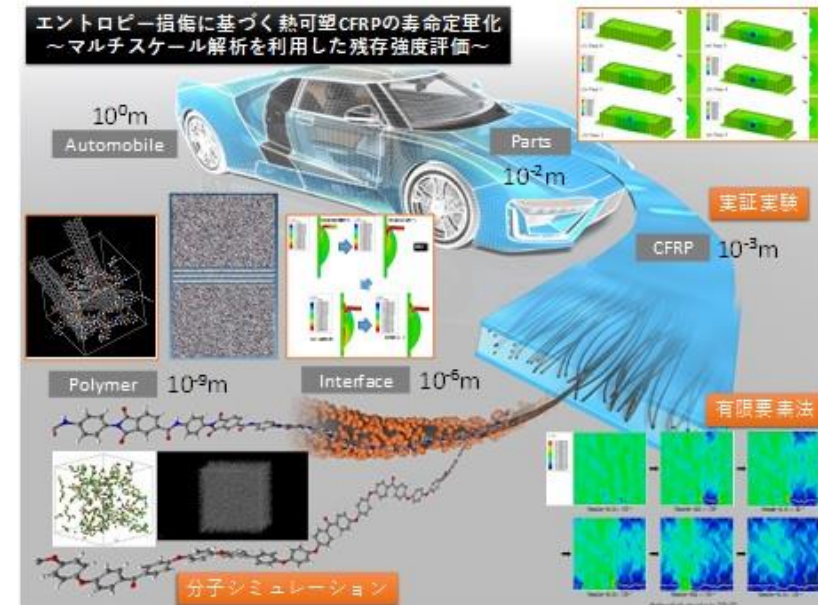


Summary :

In order to secure the continuous use of CFRP, we aim to predict residual strength and lifetime quantitatively, assuming the thermodynamic entropy as the measure of microscopic damage and fatigue.

Though CFRP becomes common material for transport vehicle, it has been difficult to estimate the lifetime because of complex response of composite materials and structure.

We apply “Entropy-damage”-involved viscoelastic-viscoplastic constitutive relationship to resin properties in CFRP, and then understand various time-dependent and multi-scale failures of CFRP through the comparison of experimental and numerical results. Such microscopic damages and degradation are validated by molecular simulation linked to the entropy damage model. This study will enable the simulation of failure under multiple loadings and fatigue for composite material.



<https://www.rs.tus.ac.jp/koyanagi/2019/>