

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

2018年度 研究開発成果等報告書

課題名：統合型材料開発システムによるマテリアル革命

チーム番号：B1

研究開発課題名：多機能 CFRP の開発による高付加価値化

研究期間：2018年11月1日 ～ 2019年3月31日

研究 責任者	氏 名	吉岡健一
	所属機関	東レ株式会社
	部 署	複合材料研究所
	役 職	所長

研究開発成果等の概要

B-1 テーマ「多機能 CFRP の開発による高付加価値化」は、材料設計、材料のデータベース作成、シミュレーションの3つの軸をもつため、担当機能ごとに3つのグループに分けた。

材料設計については、次年度の評価の方向性を明確にした。次年度以降にモデル難燃樹脂を設計、評価するためのベンチマークとなる現行材の特性評価をおこなった。

また、逆問題 MI 解析を行うための難燃性付与のためのベース樹脂の選定を行った。芳香族性の高いエポキシ樹脂や、硬化過程で環状トリアジン骨格を形成するシアネート樹脂をベースとして、燃焼試験を実施した結果、2019 年度よりシアネートを逆問題 MI 解析の中心に置く決定した。

また逆問題 MI のための多機能性（特に難燃性）に必要な樹脂のパラメータを抽出するために材料（従来エポキシや新規ポリマー）を幅広くあつめ難燃性の評価を進めた。具体的にはポリマーの主成分（エポキシ樹脂、硬化剤）、難燃添加剤を変えた系で20水準以上作成し、難燃性の指標となるコーンカロリメーター試験により、発熱速度、総発熱量と、燃焼試験後の残渣（Char）との関係を明確にする基礎データを取得した。

材料シミュレーションについて、マルチフィジックス/マルチスケールシミュレーション技術を援用することより、逆問題解析につなげる。当初予定どおり、一成分系樹脂に関しては密度、弾性率を10%程度の誤差で予測推定できるようになっている。

A3（原子（分子）・構造デザイン）チームとの連携により、CFRP 製造時の樹脂の硬化プロセスや種々の環境条件を考慮した、連続体ベースのマルチスケール解析手法を構築する役割を担った。特に、A3 の MD シミュレーションから算出した樹脂の物性を用いて均質化法に基づく数値材料試験（ミクロスケール）を開始した

機能性のシミュレーションとして、多機能 CFRP を構成する炭素繊維を不活性材料、樹脂を燃焼時に固相から気相へと相変化する材料としてモデル化し、熱伝導解析と熱分解構成式を連成して、熱分解過程の解析法の構築を検討してきた。計算法として、PGD 法（Proper Generalized Decomposition（固有一般化分解））により計算量を下げられる可能性があることを見出した。

材料データベースについては、物質・材料評価機構と分担し、データベース作成を担うこととし、材料供給や周辺データ取得で東レ、東北大と連携する体制を構築した。

複合材料マルチスケールモデリングへのフィードバックに適した形にて利用できるように設備を整備し、東レのベース材を用いて、室温での OHT や OHC 疲労特性を取得した。既存材料を対象として強度試験を実施し、開発材料との比較をする際の基準とする強度ならびに破面データの取得をする。本年度は電子線レジストにより、CFRP 表面にグリッド線を作成した。本グリッドが作成可能であることを示したので、次年度以降の強度試験と疲労負荷後の観察を進める。