

平成 27 年 3 月 31 日

プログラム名：超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現

PM名：伊藤 耕三

プロジェクト名：タイヤ薄ゲージ化プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 26 年度

研究開発課題名：

強靱高分子複合体に因る省資源タイヤの実現

研究開発機関名：

株式会社 ブリヂストン

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

近年の環境問題に対する関心の高まりを受け、タイヤには益々省燃費性・省資源性が求められている。省燃費性能にあたり、タイヤの各構成部材の薄ゲージ化による重量の低減は、使用する原材料の削減による省資源性、生産時の消費エネルギーの低減、更には廃棄時の廃棄物量の削減にもつながり、サステナブル社会の実現という観点からも重要な開発方向である。当該プログラムでは、これまでの限界を超えた強靱な高強度材料を開発し、省資源タイヤを具現化することでサステナブル社会への貢献を目指す。

具体的には、多岐に渡るゴム・エラストマーの破壊形態に共通課題である『き裂の進展挙動』に着目する。その本質理解と制御手法の確立に取り組み、そこで得られた知見を実タイヤに展開することで、特性を検証する。き裂進展挙動解析では、粘弾性特性からのマクロスケール解析、大規模放射光を用いたミクロスケール解析、理論物理・計算機シミュレーション、新概念ポリマーの挙動解析と実用化検討を並行して相補的に推進する。

平成 26~27 年度計画は、後述項 2 に併せて記載の通りである。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

#### 2-1-1 全体概況

ゴム・エラストマーの破壊形態に共通課題である『き裂の進展挙動』の本質理解と制御手法の確立に取り組みに際し、①粘弾性特性からのマクロスケール解析、②大規模放射光を用いたミクロスケール解析、③理論物理・計算機シミュレーション、④新概念ポリマーの挙動解析と実用化検討を並行して推進している。公募のより、各取り組みに連携させて頂くアカデミアの先生方の参画が正式に決定。共通基盤として参画されるアカデミアの先生方も含めた全体の体制が固まり、具体的な取り組みを開始した。

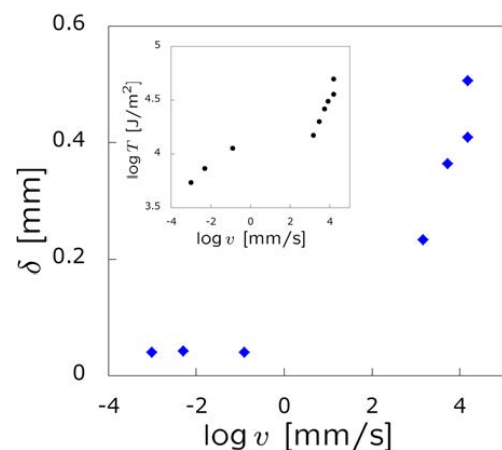
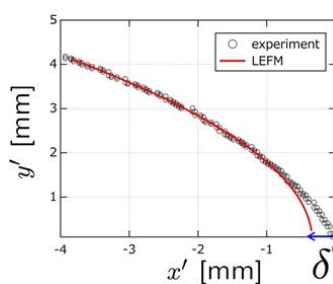
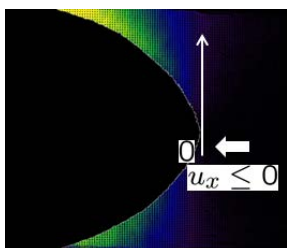
## 2-1-2 個別状況

個別課題	平成26年度・27年度目標	平成26年度進捗状況
薄ゲージ化タイヤ開発	タイヤ適用ゴム部材の破壊物性評価とゲージ依存性の把握。性能目標の明確化。	分析・解析、理論・シミュレーション、合成・プロセスと連動した性能目標把握を推進中。
分析・解析	き裂先端の高歪/高歪速度における非線形粘弾性的振る舞いを定式化、き裂先端径の不連続な変化を表現。実験環境の整備、通常の実験室X線装置を用いた基盤技術を確立。	き裂先端形状を動的に解析する実験的条件を確立。破壊力学理論が予測するき裂先端径と実際の比較考察を実施。その差異とき裂転移の相関を確認。き裂進展の定式化に向けた一歩を踏み出した。 放射光解析に向けた基盤整備を推進
理論・シミュレーション	フィラーを含まない単純な材料系の、き裂進展基礎データ収集、物理モデルの構築に向けた基盤造り、き裂進展を表現する粗視化モデル構築に目途。	基礎データ収集を推進。 フィラーを含まない材料系で、き裂進展しないモデルを作製、並びにその妥当性の検証を推進。
合成・プロセス	環動ポリマー及びDNゲルの挙動解析と機構把握。環動ポリマーブレンド系のポテンシャル確認と、最適マイクロ構造の方向性把握。	環動ポリマーは、単味/ブレンド系の両面でポテンシャル確認を推進中。 DNゲルは、組成を変化させながらき裂進展挙動解析を推進。特異な転移挙動、並びに材料組成変化に対応した挙動変化も確認。継続解析中。

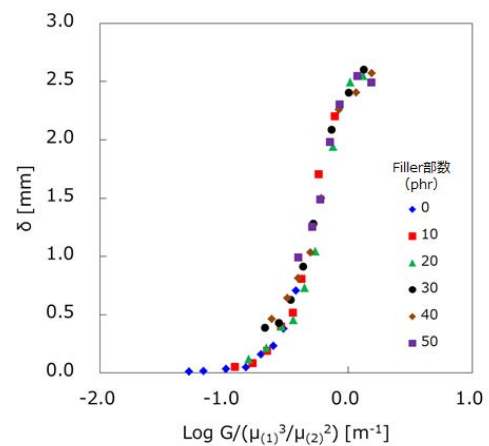
## 2-2 成果

### (1) き裂先端のマクロスケール解析

- き裂先端の形状を動的、かつ詳細に解析する実験的条件をほぼ確立できた。これにより、一般的な破壊力学理論が予測するき裂先端径と実際の先端径を比較考察することが可能となった。その差異 ( $\delta$ ) の動きとき裂進展モード転移に相関が得られることが判った。



- ・更に材料の非線形性を考慮した結果、高速き裂進展領域に関しては、 $\delta$  をマスターラインで記述できることが判り、き裂進展の定式化に向けた一歩を踏み出すことが出来た。



### 2-3 新たな課題など

- ・状況の変化に対応し、社内的には必要に応じて専門職能を適宜アサインして対応している。
- ・分子動力学を用いた高分子破壊の分子論的解析では、緩和挙動（長い時間スケール）の取り扱いと粗視化が重要である。この分野に精通しているアカデミアの取り込みが課題であり、現在伊藤 PM にて全体調整をお願いしている段階である。
- ・大規模放射光を用いたフィラー空間配置の動的解析では、リバースモンテカルロ法にて解析することを検討している。当該領域の研究に相応しいパートナーを調査中だが、決め手に欠ける状況にある。

### 3. アウトリーチ活動報告

具体的なアウトリーチ活動の実績は無い。