

# テーラーメイドによるコンポジット絶縁材料開発の進展と応用技術 調査専門委員会

## 設置趣意書

誘電・絶縁材料技術委員会

### 1. 目的

電力機器・ケーブルおよび電子機器で使用される絶縁材料には様々な特性や機能が求められる。ポリマー絶縁材料は、これらの機器で広く用いられているが、ポリマー単体では不十分な性能や機能を、無機フィラーを分散してポリマーコンポジット絶縁材料とすることで、機器の性能をも左右する重要な役割を担っている。近年、必要な材料特性を得るため、あるいは複数の機能を同時に実現するため、ポリマーコンポジット絶縁材料を希望通りに創製（テーラーメイド）しようとする技術開発が活発に進められている。電気学会 誘電・絶縁材料技術委員会では、このような趨勢を逸早く捕らえ、技術報告第 1455 号「進化するテーラーメイドコンポジット絶縁材料～絶縁技術を革新するコンポジット材料創成を目指して～」(2019 年 5 月)を発行し、その研究開発動向や課題などを取りまとめている。

テーラーメイドによるポリマーコンポジット材料創製では、インフォマティクス分野の急激な技術革新により機械学習 (AI) を含む情報処理技術を用いた材料設計 (マテリアルズ・インフォマティクス) や、有限要素法を用いた解析による物性予測やフィラー充填量の最適化などが注目を集めている。そこで、テーラーメイドによるコンポジット絶縁材料開発において、理論・実験・計算科学と情報科学の融合の可能性を調査するため首記調査専門委員会を発足させたい。

また、現在、研究開発が鋭意進められているテーラーメイドによるコンポジット絶縁材料 (機能性傾斜絶縁材料、アディティブマニュファクチャリングによる絶縁材料、フィラー界面制御によるナノコンポジット絶縁材料、ポリマーブレンドによる絶縁材料など) については、メカニズム解明・適用先探索・応用分野開拓に積極的に取り組み、ポリマーコンポジット絶縁材料開発に関する大学・研究機関からの技術シーズと企業ニーズのマッチングの場としての役割を担いたい。

### 2. 背景および内外機関における調査活動

従来のポリマーコンポジット絶縁材料開発は、極論すれば、研究者の経験と勘に頼って、新しい絶縁材料を創製し、その「性能・機能」を評価することで進められてきた。しかし、最終的に重要となるのは「性能・機能」であることから、「絶縁材料創製して性能・機能を評価する」の流れを、「必要な性能・機能に基づき絶縁材料を創製する」の流れに逆転させ、効率的に、且つ最良な絶縁材料を開発する手法として、インフォマティクス技術や解析を用いた絶縁材料開発は、今後の大きな潮流の一つと考えられている。

国内では、インフォマティクス技術に関する様々なプロジェクトが進行しており、リチウムイオン電池用電極材料、太陽光発電用材料や熱電変換材料など、主に無機・金属材料分野において成果が報告されているが、繊維強化プラスチック (FRP) など樹脂を用いた複合材料においても、積極的な開発が進められている。海外においても、2011 年の米国における Materials Genome Initiative の開始以降、欧州では Novel Materials Discovery (NOMAD)、中国や韓国でも同様なプロジェクトが立ち上がっている。しかし、誘電・絶縁材料に焦点を当てた取り組みはないのが実情であり、当調査専門委員会で、この新しい手法について、ポリマーコンポジット絶縁材料への展開の可能性・有用性について調査することは、新しい絶縁材料開発の道を開く礎になるものと考えている。

また、技術報告第 1455 号で示されているように、誘電・絶縁材料に関する代表的な論文誌 IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation (IEEE TDEI) において、テーラーメイドコンポジット絶縁材料 (ポリマーナノコンポジット絶縁材料を含む) に関する論文数は年々増加している。国内では、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の事業として、産学連携による「電力機器用革新的機能性絶縁材料の技術開発」プロジェクトが進められ、発電機、産業用モーター、開閉器などへの適用を目指した

高性能・多機能なコンポジット絶縁材料の創製が試みられている。一方、技術報告第1455号では、IEEE TDEIにおけるテーラーメイドコンポジット絶縁材料に関する国別の論文数は、中国、インド、日本、米国の順となっていることも示しており、当該分野における日本のイニシアティブを維持していくことは重要である。

### 3. 調査検討事項

テーラーメイドコンポジット絶縁材料に関して、下記の調査検討項目を軸に調査を行う。

- (1) ポリマーコンポジット絶縁材料開発における新しい材料設計手法の可能性と有用性  
(マテリアルズ・インフォマティクス など)
- (2) 注目すべきテーラーメイドコンポジット絶縁材料とその特性発現メカニズム  
(機能性傾斜絶縁材料, アディティブマニュファクチャリングによる絶縁材料, フィラー界面制御によるナノコンポジット絶縁材料, ポリマーブレンドによる絶縁材料 など)
- (3) 電力機器・ケーブル, および電子機器への応用展開

### 4. 予想される効果

インフォマティクス技術や解析を用いたコンポジット絶縁材料開発は、これまでの開発手法を変革する可能性もっている。当調査専門委員会での調査活動が、当該分野に時代を画する潮流を生む起点となり、これまでに存在しなかった革新的なコンポジット絶縁材料の誕生につながる可能性を提案する。また、テーラーメイドコンポジット絶縁材料に関する技術情報を共有することで、実用化に向けた課題を明らかにすると同時に、実用面から基礎研究へのフィードバックが期待され、日本の絶縁材料技術を世界に向けて発信する土台を形成することができる。

### 5. 調査期間

令和2年(2020年)1月～令和4年(2022年)12月(3ヵ年)

### 7. 活動予定

委員会 4回/年, 幹事会 1回/年, 研究会: 2回/3年

### 8. 成果形態

技術報告書の作成をもって成果とする。

－ 以 上 －