

## 東京電力技術開発センター

### 1. はじめに

東京電力の研究開発への取り組みは、昭和34年に社長直属の機関として技術研究所が設置されたことにはじまります。昭和40年には原子力開発本部が新設されたことに伴い、原子力に関する研究開発を担当する原子力開発研究所が誕生しています。その後組織の改編等を経て、昭和60年に、当社の研究開発を統括する技術開発本部が組織され、その体制のもとに、技術研究所、開発研究所、原子力研究所が新たな枠組みとして誕生しました。また昭和62年には、情報通信社会の進展に伴いシステム研究所が新設され、現在の体制の基礎が築かれました。当時は、まだ都内3カ所に分散された体制で研究開発に取り組んでいました。その後、技術開発の効率化、総合力の発揮のために、平成6年10月、横浜市鶴見区の変電所跡地に技術開発センターが建設され、4研究所が1カ所に集結しました。

本稿では、当技術開発センターの概要を紹介するとともに、特に材料開発に関連の深い3研究グループ（材料G、超電導G、物質科学G）の取り組みについて紹介いたします。

### 2. 技術開発センターと4研究所の概要

技術開発センターの敷地は4万6千m<sup>2</sup>程あり、その中に、2棟の研究施設と1棟の会議施設が設置されています。



図1 技術開発センターの全景

技術開発センターは、電力技術研究所、エネルギー・環境研究所、システム研究所、原子力研究所の4研究所から成り立っています（図2）。

(1)電力技術研究所では、電気を発電所からお客様にお届けするまでの送電線、変電所、配電線など電力流通設備に関わる研究を中心に、電気の合理的な使い方の研究、電力システムの安定運転に必要な系統解析や電力設備の土木、建築、耐震設計、材料などの幅広い分野について、基礎的な研究から実用化に至るまでの研究開発に取り組んでいます。

(2)エネルギー・環境研究所は、火力発電を中心とした既設電源の効率向上・寿命延伸技術開発、マイクロガスタービン/燃料電池等の分散電源や電力貯蔵(NAS電池)による新パラダイムへの挑戦と新規事業への対応、さらにCO<sub>2</sub>固定・有効利用など環

境に配慮した循環型社会を目指した技術開発に取り組んでいます。

(3)システム研究所は、最先端のコンピュータ技術や高度情報通信技術を応用し、ニーズ・シーズを先取りした研究開発を推進しています。また21世紀のマルチメディア社会の到来に向け、新しいエネルギー・情報社会の創造と円滑なコミュニケーションづくりを目指した、様々な先端技術の研究開発に取り組んでいます。

(4)原子力研究所は、原子炉の保守・点検性の向上や経済性の向上を目指した軽水炉研究をはじめ、人間と機械の調和を目指したヒューマンファクター研究や、将来の高速増殖炉を含めた原子燃料サイクルの確立に向けた研究など原子力発電に関わる幅広い研究開発に取り組んでいます。

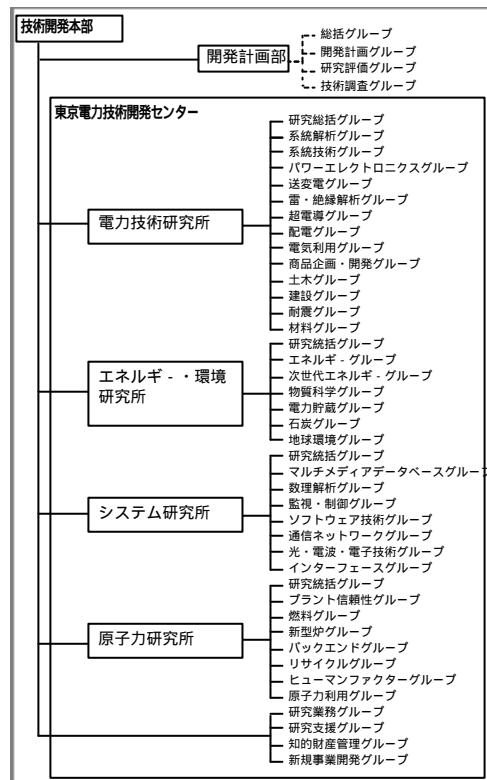


図2 技術開発センターの組織

### 3. 材料に関連した研究開発

#### (1) 電力技術研究所 材料グループ

材料グループでは、火力・原子力発電設備や送変電設備等に使用される部材に発生する材料問題について、設備ユーザの立場から試験、研究を行っています。

材料問題は、材質、荷重(応力)、環境の相互作用により発生しますが、これらの組み合わせにより種々の損傷が現れます。例えば火力発電設備材料では高温・高圧の蒸気、あるいは燃焼ガスの下でクリープ、疲労、脆化などの損傷が生じます。経年化した機

器においては非破壊的な手法を用いて定期的に損傷状況を把握し、設備の安全性を確保することが求められます。

材料グループでは、実機で使用された材料の劣化状況をクリープ試験などの材料試験により評価するとともに（図3）様々な非破壊的な手法によって評価した結果と比較することにより、余寿命診断手法の精度向上を目指した研究に取り組んでいます。これまでボイラや蒸気タービン等の汽力発電機器材料（主に低合金鋼）について研究し、その成果は設備の信頼性向上や寿命延伸に活かされてきましたが、近年のコンバインドサイクル発電設備の急増に対応してガスタービンの高温ガス通路部品（Ni基、Co基等の超合金）の寿命評価に関する研究も精力的に行っています。



図3 クリープ試験装置



図4 低歪速度引張試験装置

原子力発電設備については原子炉および炉内構造物の応力腐食割れなど環境が関与した材料劣化のメカニズムを解明するとともに、機器の寿命評価を可能とするための研究開発を行っています。現在、腐食疲労試験装置や低歪速度引張試験装置（図4）などを用いて高温高圧水環境中での応力腐食割れおよび腐食疲労の発生・進展挙動に関する基礎データを取得しています。これらのデータは、発電プラントにおける炉内構造物の補修および取り替え時期の最適化とともに、プラントの長寿命化にも活用されています。また社外の放射線物質を取扱える設備において、放射線環境下における材料劣化特性の把握、放射線照射を受けた材料の補修技術の開発を実施しており、その成果は炉内構造物の補修などに活用されています。

この他、例えば送電設備についても送電線の腐食事象の解明、腐食環境のモニタリング技術の開発研究等を行っています。

## (2) 電力技術研究所 超電導グループ

超電導グループでは、高温超電導線材を使った電力機器応用（ケーブル、限流器）の研究を行っています。一般に超電導線材は、直流電流に対しては抵抗を発生しないので損失はないのですが、交流電流に対しては交流損失と呼ばれる損失を生じます。高温超電導線材とはいえ、沸点が非常に低い液体窒素を冷媒として使用する事から、損失の低減は非常に重要な課題となっています。

一般に用いられる $(\text{Bi}, \text{Pb})_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$  銀シース線（Bi2223線材）は、断面形状がテープ状（幅3mm、厚さ0.3mm程度）をしており、銀合金の母材中に多数のBi2223フィラメントが埋め込まれた多芯構造をしています。この線材を超電導ケーブルに適用する場合には、中空のパイプの周りに多層に巻きつけた構造とな

りますが、この場合各層のインダクタンスのアンバランスにより電流が外層に集中します。これを防ぐため、テープ状線材の代わりに丸型線材を使用し、これを多数本撚り合わせて転位構造とすると、線材レベルでの損失低減を図ることが可能となり、大きな損失低減が期待できます。これまでに、線材の断面構造や圧延工程などを工夫し、臨界電流密度( $J_c$ )が $10^4 \text{ A/cm}^2$  (77 K, 0 T)とテープ線材に近い特性を持つ丸型線材を開発し、導体形状での損失低減を確認しています。

交流損失低減のもう一つの方策は、ツイスト線材の開発です。通常の銀シース線は母材抵抗が小さいため、フィラメントの束が商用周波数の交流外部磁界に対して磁氣的に結合して一つのバンドルとして振る舞います。これを防ぐため、超電導フィラメントをツイストしてフィラメント同士の結合電流を速やかに減衰させることで、損失を低減することができます。このため、高 $J_c$ を維持した、低損失型ツイスト線材の開発を進めています。

## (3) エネルギー・環境研究所 物質科学グループ

物質科学グループでは燃料電池関連研究、腐食防食の基盤研究を題材にした材料研究に取り組んでいます。

燃料電池に関する材料研究のうち、近年開発が進んでいる固体高分子型燃料電池については、耐久性に関わる電解質膜自体の温度履歴に対する影響評価等の基礎的知見取得に取り組んでいます。電池作動温度領域では膜の交換基自体は変質しないが、高分子主鎖の膨潤性低下によるクラスターチャンネルの形成が不十分になることにより膜抵抗が増加すること、また膜抵抗、最大含水率、イオン交換容量結果から膜劣化とイオン伝導の関係が把握可能であることを確認しています。

超高効率の発電プラントとなる可能性もある固体酸化物型についても評価研究しています。そのセルの耐久性に関しては交流インピーダンス法や試料分析により電解質、空気極、燃料極及びインターコネクタにおける各材料の劣化メカニズムを明らかにし、また、機械的信頼性に関してはセルの割れ、剥離といった課題についてその発生メカニズムを整理しています。またそれらの現状の抑制対策についても検討しています。

電力設備の腐食防食などの経年劣化に対応する技術は基盤技術として位置付け研究を進めています。火力発電設備では低圧タービン材料の腐食疲労に及ぼす応力・環境の影響を独自に開発した蒸気凝縮水質試験装置、乾燥・湿潤繰り返し腐食試験装置等を用いて評価しています。また火力発電機器における銅合金の応力腐食割れメカニズムを解明するとともに、防食管理のための使用薬品の選定、管理手法等の検討を行っています。

## 4. 今後の取り組み

現在、東京電力では、研究開発においても効率的で効果的な投資を実現していく観点から、競争力を強化する技術開発 お客さまへのサービスを拡げる技術開発 長期的にエネルギーセキュリティを確保し、地球環境をまもる技術開発、といった3つの推進上の枠組みを設定し、研究開発テーマの重点化を図りながら研究開発に取り組んでいます。材料開発も当社の競争力を強化する重要な研究として、本稿で紹介いたしました研究課題を中心に、積極的な研究開発に取り組んでいきたいと考えています。

連絡先：東京電力株式会社 技術開発本部 研究支援グループ  
〒230-8510 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1  
電話 045-613-1111 Fax 045-613-3052