

電気学会東海支部若手セミナー

誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

岐阜工業高等専門学校・電気情報工学科・所研究室

<http://www.gifu-nct.ac.jp> tokoro@gifu-nct.ac.jp

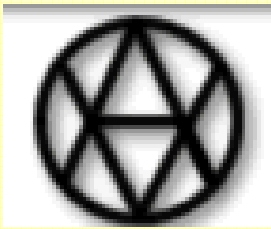
今まで、東海地区の誘電・絶縁材料分野の研究は、世界的にみても活発であり、若手研究者の数も多かった。しかしながら現在は、各大学等の研究は新しい分野や応用分野に向かいつつあり、研究ノウハウの蓄積と継承など、これらの若手研究者が相互に交流し研究レベルの向上を図る場が崩壊しつつある。

本「誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現」若手セミナーは、産・学・官の若手研究員の相互交流（情報収集、意見交換など）を活発に行うこと、研究・技術レベルの継承と向上を計ることを目的とするものである。誘電・絶縁材料は、ナノコンポジット材料、有機ELなどに代表されるように、いよいよ応用可能となり、機能の発現や材料物性の評価など、基礎から応用に至る幅広い研究や開発が必要とされつつある。

薄膜化やナノテクの利用にともなう電気物性の変化や経時的変化、さらには材料使用環境の高電界化及び過酷化にともなう各種問題の解明など、本若手セミナーは若手研究者及び技術者へ交流の場を提供し、知見を広め、東海地区に集積された技術の継承と発展を推進していくことを目的としている。

東海支部内の学生員をはじめとする若手研究者及び若手技術者が、本若手セミナーに関係する研究上の問題や話題提供を相互に行うことにより、専門化された分野の学会発表のみでは得られない問題解決の糸口や、研究遂行上の新しい発見が、講演会や相互討論等により得られることが期待できる。また次世代若手研究者への東海地区に集積された研究技術や知見の継承と育成、および、産学官の交流に多大な効果が期待される。

keywords; 誘電材料、絶縁材料、物性評価技術、劣化診断技術、新機能の発現



予想される効果



Prof. P. Debye (名古屋大学工学部電気電子工学科) 森田研究室
 名古屋大学理工科学総合研究センター 鈴置研究室
 豊橋技術科学大学電気・電子工学系 長尾・穂積研究室
 家田正之 (元電気学会会長) 名古屋工業大学電気情報工学科 水野研究室
 三重大学工学部電気電子工学科 中村研究室、飯田研究室
 岐阜大学工学部電気電子工学科 安田研究室、近藤研究室
 名古屋大学 信州大学工学部電気電子工学科 宮入研究室
 静岡大学工学部電気・電子工学科 松本研究室
 愛知工業大学電気電子工学科 落合研究室、澤研究室 小嶋研究室
 豊橋技術科学大学 名城大学電気電子工学科 清水・村本研究室、河村・山中研究室 内藤研究室
 中部大学工学部電気工学科 松岡研究室
 三重大学 沢 五郎 岐阜高専電気情報工学科 所研究室、北川研究室
 沼津高専電子制御工学科 遠山研究室
 静岡大学 宮下隆雄 鳥羽商船高専電子機械工学科 古森研究室
 並びに
 三重県科学技術振興センター、電線総合技術センター、中部電力、東芝、
 岐阜高専 小嶋研究室、豊田中研、三菱電機、日本ガイシ、高岳製作所、愛知電機、神鋼電機、
 日東電工、住友電装、大同特殊鋼、日本高压電気、名古屋市工研など
 爾名古屋大学名誉教授・縄田 正人先生、室岡 義広
 (一部大学等は新年度に研究室名等が変更している可能性があります。)
 先生・依田 正之先生・田中 祀捷先生……



電気学会東海支部若手セミナー

誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

中部大学・電気システム工学科・松岡研究室

<http://www.chubu.ac.jp> matsuoka@isc.chubu.ac.jp

CHUBU UNIV.

ポリマーがいしや全導電釉がいしの汚損フラッシューバ電圧特性と超高压送電用実規模がいしの経年劣化特性の研究。

keywords; ポリマーがいし、全面導電釉がいし、汚損、劣化、脆性破壊

275kV 級実規模がいしの経年劣化特性の研究



人工加速劣化試験



屋外課電曝露試験

275kV 級がいしについて、太陽光を模擬し紫外線ランプを照射したり、海塩を模擬して塩霧を発生させたりして、自然環境を模擬して、劣化の研究を行っている。また、屋外課電曝露試験を行い、人工加速劣化試験との相関性の調査、研究を行っている。

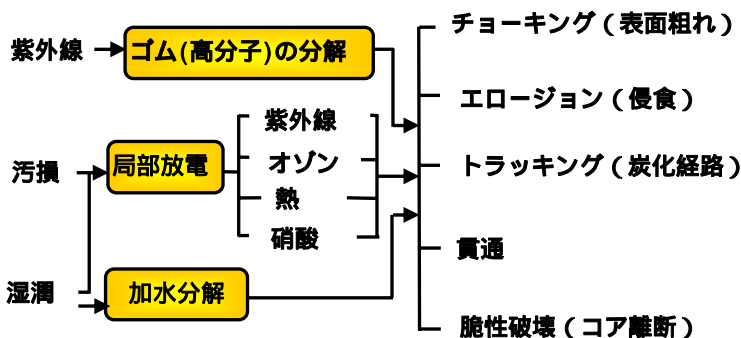
ポリマーがいし用外被の劣化評価研究

ポリマーがいしは主としてシリコンゴムで覆われている。ゴムは、有機材料であるので、屋外で使われると、紫外線や、表面が汚れて濡れた時の部分放電によって、徐々に劣化する。

長期の劣化性能を、人工的に加速して評価する塩霧試験法の国際的な標準化が求められている。

人工加速劣化試験方法、劣化評価方法について、世界中の研究所と協力して研究している。

ポリマーがいしの劣化

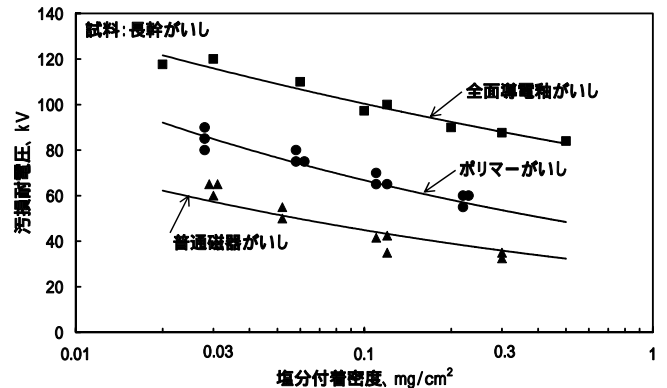


高性能がいしの汚損特性の研究

ポリマー碍子や磁器碍子表面にシリコンゴムを塗布したがいしは、表面に水がついても水をはじくため、水膜が形成されにくい。又、磁器碍子の釉薬を半導電性にした全面導電釉碍子は、この釉薬中を流れる電流によるジュール熱で表面が乾燥させられる。これらの碍子は、表面が汚損、湿潤しても、通常、磁器碍子より優れた絶縁性能を示す。

しかし、降雨や露結など、湿潤条件によっては、その性能が十分に発揮されない場合がある。

新しいこれらのがいしの汚損湿潤下における絶縁設計に必要な基礎特性を調査研究している。

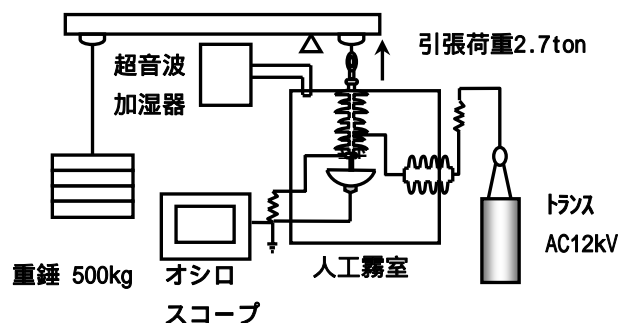


ポリマーがいしの脆性破壊の研究

優れた機械強度を有するポリマーがいしが、非常に低い荷重しかかかっているのに、破断して、電線が落下する事故が起きている。

この原因は、ポリマー碍子の機械強度を分担する FRP(ガラス繊維強化プラスチック)製の芯棒が酸にさらされ、応力腐食を起こすためと考えられている。

このような破壊の再現、原因究明、防止対策などの研究を行っている。



誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

岐阜工業高等専門学校・電気情報工学科・所研究室

<http://www.gifu-nct.ac.jp> tokoro@gifu-nct.ac.jp



シリコンゴムなどの撥水性ポリマー材料の初期劣化過程を、表面とバルクの両面から解析・診断する技術の開発を、画像解析や高電界誘電計測により行う。

keywords; 誘電特性、 \tan 、撥水性、シリコンゴム

表面状態の高電界誘電特性による診断



図1. 高電界誘電特性測定系と表面設置くし形電極系

表1. 高電界誘電特性測定系でできること

交流損失電流の大きさ
容量電流の非平衡分の大きさ
交流損失電流波形(高調波成分含む)
C、 \tan と各高調波スペクトルを
交流印加電界の一波形毎に測定可能
非線形応答時も含めて測定可能
絶縁破壊まで任意の印加電圧パターンで測定可能

豊橋技術科学大学・長尾研究室や沼津高専・遠山研究室との連携の下、ポリエチレンなどの高分子材料の高電界誘電特性の計測技術の改良を進めている。主に商用周波数領域の交流電界を試料に印加して、その容量性の電流から損失電流成分を、その非線形応答も含めて波形計測することを可能としている(表1)。この研究に関係した主なシーズは以下の通りである。

1. 試料バルクの高電界誘電特性測定用の電極系の開発

主電極端部での試料材料以外への電気力線の侵入を防ぐため、ガード電極を主電極上まで拡張した新しい平行平板電極系を遠山らと共に開発した。この電極系により、試料絶縁破壊に至るまでの交流損失電流や試料容量の電界依存性、試料中への空間電荷層形成に関係した容量電流の変化を、印加電圧1波形毎に測定可能とした。

2. 試料表面状態のくし形電極を用いた計測手法の開発

上記とは逆に電極端部での電気力線の漏れを積極的に利用することにより、くし形電極系を試料表面に設置し、その試料内部への漏れ電気力線を利用した誘電計測を上記システムにより可能とした。くし形電極系を用いることにより、試料表面の撥水状態の同時観測や電極間の水滴の交流電界下における動的挙動の誘電計測も可能となり、試料表面および内部の誘電計測が同時に可能となった。内部誘電特性の検出深さはくし形電極系の間隔で変更可能である。

3. FFT波形解析システムの開発

時間領域のサンプリング波形と、測定系の伝達関数を用いることにより、デコンボリューション処理を正確に実施するシステムを開発した。特に、商用周波数領域における電気絶縁材料の高電界誘電特性など、交流波形に対する自動解析を可能としている。

撥水性の画像計測による診断

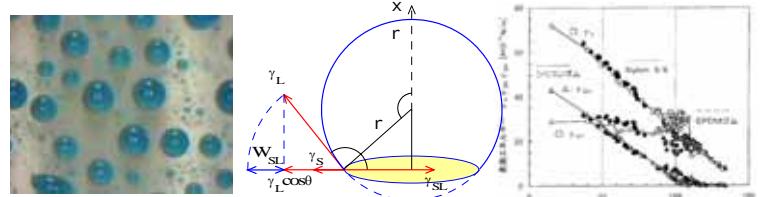


図2. 水滴の撥水性と表面自由エネルギーの関係

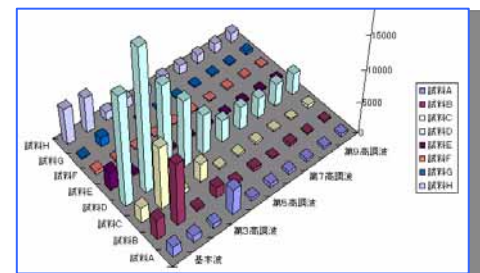


図3. 交流電界下における試料表面上水滴の動画画像解析結果

シリコンゴムなどの撥水性材料は、現在、電気絶縁材料としての利用が急速に進みつつある。また、撥水材料は土木・建築材料や車など、日常生活でも多くの分野に利用されている。このシーズでは撥水性の測定を通して、材料の比較や劣化診断を行うため、定量的な撥水性の計測・評価技術の開発を進めている。また、電気学会の「ポリマーがいし材料表面の放電特性評価と劣化現象」調査専門委員会に参加し、高分子材料表面に設置した水滴を動画画像解析や誘電計測し、撥水性の定量的な評価を進めている。画像計測関係のシーズは以下の通りである。

1. 試料表面の撥水状態の画像解析による定量化手法の開発

一般に、初期の良好な撥水性が低下し始めると、水滴の接触角の低下に加えて、その固体面との接触面積(界面)の大きさの増加と、水滴の円形度の低下が観測される。このような撥水性を評価するための IEC 規格 62073 を考慮した、撥水画像の定量化手法を開発した。また、現在の IEC 規格の改訂に向け、電力中央研究所の本間氏等とともに電気学会調査専門委員会を新規に立ち上げていく。

2. 試料表面の撥水状態の動画を画像解析手法の開発

交流電界下における水滴は、撥水状態と関係した振動現象などを発現する。この水滴の動的挙動を高速度カメラを用いて動画画像解析し、その画像パラメータのスペクトルを評価可能としている。

3. 試料表面の紫レーザーフォーカス顕微鏡による観測

撥水性は試料表面の粗さにも影響される。表面粗さの 3D 計測が可能なレーザー顕微鏡を用いて、マイクロな表面形状を観測し、その計測結果を各種粗さ指標として解析する手法を開発している。ここでも試料表面粗さのスペクトル解析などを可能としている。

電気学会東海支部若手セミナー

誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

沼津工業高等専門学校・電子制御工学科・遠山研究室

<http://www.numazu-ct.ac.jp>

Tohyama@numazu-ct.ac.jp

交流高電界下での電界発光現象と絶縁体を流れる損失電流を観測し、これらの実験データをもとに電気伝導機構を明らかにする。

keywords; 電界発光、損失電流、高調波、交流、高電界、水トリー、劣化診断

電界発光・損失電流同時観測システムの構築

ポリエチレン等の無極性高分子絶縁材料の損失電流は極めて小さい。そのため、共振現象を応用したブリッジ回路による精度の高い測定法が通常用いられる。高電界下において、電荷注入や空間電荷効果等により損失電流は非線形性を示し始めるため、高調波成分についても精度の高い検出が要求される。

本研究室では、絶縁体中を流れる大きな容量性電流の基本波成分のみを打ち消し、損失電流を高調波成分も含めて、高精度に測定する損失電流波形観測システムを開発した。この測定法の鍵となる検出回路は、可変抵抗とオペアンプから構成され、従来のシステムに比べて小型・軽量で安価という特徴を持つ。さらに、データ処理技術で様々な観点からの検討も可能である。

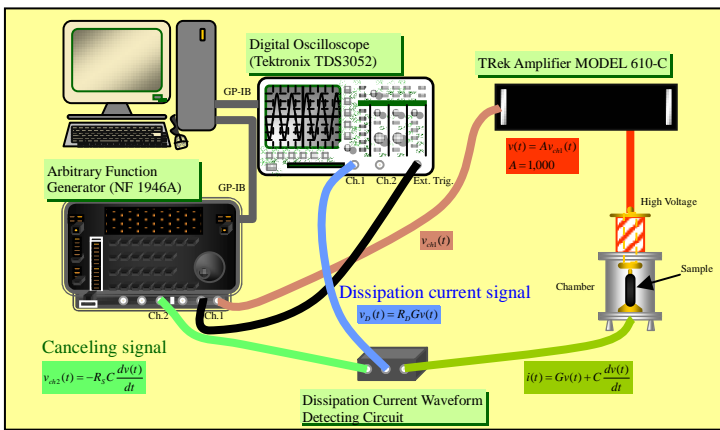


図1 損失電流波形観測システムの概要

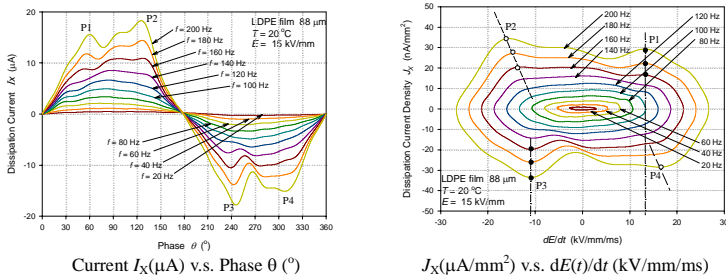


図2 損失電流波形（左）と解析例（右）

電界発光は、負電荷と正電荷が再結合することにより生じる発光現象で、例えば、LED は、この現象を積極的に利用した発光素子である。絶縁体も電極界面からの電荷注入等により同様の電界発光現象が生じる。極めて少ない確率で生じるため、光電子増倍管や高感度 CCD カメラ等の特殊な装置が必要となる。これにより交流高電界下での電気伝導メカニズムを知る上での多くの情報が得られる。

現在、損失電流波形と電界発光を同時観測することにより、交流高電界下での電気伝導メカニズムをより詳細に検討する手法について検討を進めている。



図3 電界発光・損失電流同時観測用試料ホルダー

図3は、カナダ国立研究所と共同で行った電界発光・損失電流同時観測を行ったときに用いた試料ホルダーである。

試料ホルダー中心部の窓枠から放出される極めて微弱な発光を光電子増倍管で観測し、損失電流が非線形性を示し始めるときに電界発光現象が観測されることをつきとめた。

水トリー劣化診断技術

損失電流波形観測装置を利用した水トリー劣化診断技術の検討

現在、低密度ポリエチレンシートを水トリー劣化させた試料を用いて、基礎データの収集を進めている。

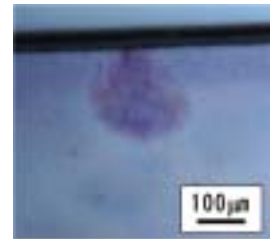


図4 LDPE 中の水トリー

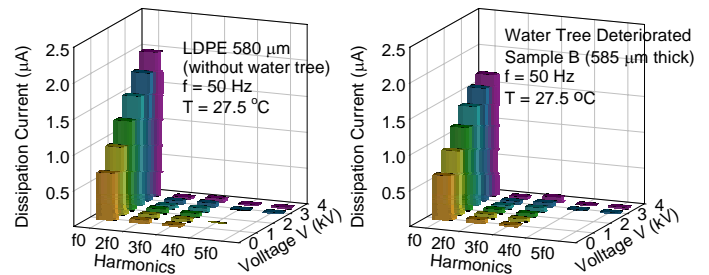


図5 損失電流スペクトルの比較例

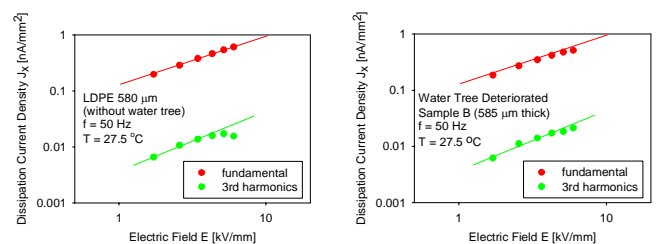


図6 損失電流の基本波と第3高調波の比較例

図5、図6の結果は、図4に示したような水トリーがLDPE中にわずかに存在していたときに検出された損失電流スペクトルや基本波・第3高調波成分の電界依存性を未劣化LDPEと比較したものである。この場合では、第3高調波の挙動にわずかな違いが現れた。本研究は、株式会社ジェイ・パワーシステムズと共同で研究を進めている。

電気学会東海支部若手セミナー

誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

大島商船高等専門学校・電子機械工学科・藤井雅之
〒742-2193 山口県大島郡周防大島町大字小松 1091-1
TEL / FAX 0820-74-5572 E-mail fujii@oshima-k.ac.jp



高分子材料の限界特性を知ると共に、自然エネルギーを利用した発電を導入することによって、電力の安定供給に貢献したいと考えています。

keywords; 交流高電界, 誘電特性, 絶縁特性, 空間電荷, 太陽光発電, 水冷, 潮流発電

高分子材料の交流高電界誘電特性

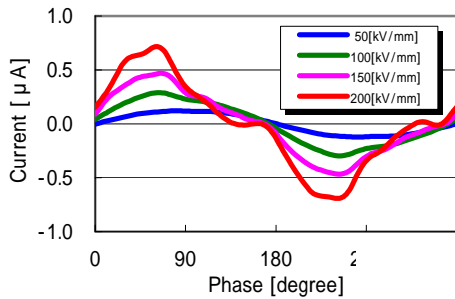
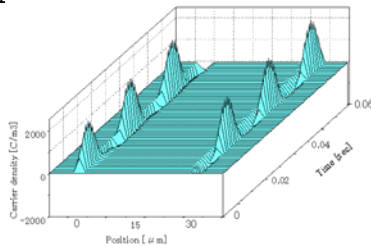


図1 不平衡容量性分 (I_{xc}) を含む高電界交流損失電流波形

図2 電極からのキャリア注入がある場合の過渡的空間電荷を扱う数値解析



豊橋技科大_長尾・穂積研究室, 岐阜高専_所研究室, 沼津高専_遠山研究室と連携してポリエチレンやポリプロピレンなどの高分子材料の交流高電界領域における誘電・絶縁特性を評価している。また, 松江高専_福間研究室と連携して数値解析から試料内部のキャリアの振る舞いについて検討している。本研究に関連した主なシーズは以下の通りである。

1. 蒸着ポリプロピレンを用いた交流高電界誘電特性測定用電極系の開発

交流高電界誘電特性を正確に測定するためには, 気中部分放電や電極端部の電気力線の乱れを抑制しなくてはならない。遠山らはガードフィルムを用いることによって, ガード電極が主電極端部を覆う構造の平行平板電極系を開発した。ガードフィルムを薄くし, 密着性を高めることなどを目的として, ポリプロピレンを真空蒸着してガード薄膜を作成することに成功した。

2. 交流高電界領域で形成される空間電荷層の試算

高分子材料を流れる交流損失電流には, 交流電気伝導に関する様々な情報が含まれている。印加電圧が正弦波であっても, 交流高電界領域においては不平衡容量性分を含む交流損失電流波形に特徴のある非線形性が見られるようになる(図1参照)。この現象には極性反転ごとに電極界面に形成される空間電荷が影響していると考えられる。静電容量の変化分から空間電荷層を試算し, 交流高電界下における絶縁破壊への影響を検討している。

3. 空間電荷形成と絶縁破壊

松江高専_福間研究室で開発された「過渡的空間電荷を扱う数値解析プログラム」を用いて, 交流高電界領域におけるキャリアの振る舞いについて検討している。電界が高くなるにつれて電極から注入されるキャリアの量が増加し, 電極界面に空間電荷層が形成されると考えられる(図2参照)。電界の大きさ, キャリアの注入量, 電位障壁の高さなどのパラメータを変更しながら, 試料内部で起こっている現象についてさらに解析している。

自然エネルギーを利用した発電

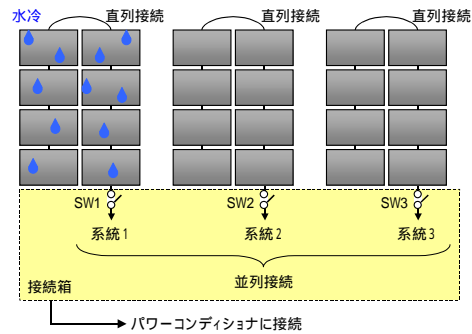
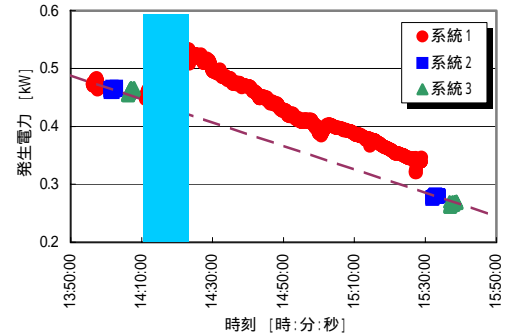


図3 直列接続8枚, 並列3系統の太陽光発電設備において, 系統1のみを水冷

図4 水冷を行った際の太陽光発電設備の発電状況(水色部分が水冷の時間帯, 破線は水冷しなかった場合の予想)



本校の実験棟屋上には, 標準3kWの太陽光発電設備が設置されている。その発生電力は本校の電力システムに連系され, 消費されている。既存の太陽光発電設備に改善を加え, 熱の利用を検討したり, 発電効率向上させたりというアイデアを練っている。本研究に関連した主なシーズは以下の通りである。

1. 校内LANを利用した発電状況モニタリングシステム

モバイルデータロガーを使用し, 発生電力, 積算電力量, 日射量, 気温などのデータを収集し, 発電状況のモニタリングを行っている。午前0時になると校内LANを介してホストコンピュータに1日の測定データが転送される。遠隔地であったり, 危険な場所であったりという環境に向く必要が無く, 異常があったときにも迅速に対応できる。

2. 太陽電池モジュールを水冷することによる発電効率改善

太陽電池モジュールの温度は, 夏季であれば50℃を超える日が続く。太陽電池モジュールは高温になると発電効率が低下するため, 太陽電池モジュールを水冷し, 発電効率の向上を目的とした実験を行っている。例えば, 3系統のうち1系統だけ水冷した結果(図3参照), 発生電力に大幅な向上がみられた(図4参照)。

3. 大島瀬戸の潮流発電

本州と周防大島の間に大島瀬戸は, 磯や暗礁も多いため海の難所として知られており, 灯台や浮標が多く存在する。大島瀬戸は最狭部が700m, 最大潮流は7^{ノット}と非常に速いことから, 潮流発電に有効な条件が整っていると考えられ, 現在基礎的な研究を行っている。



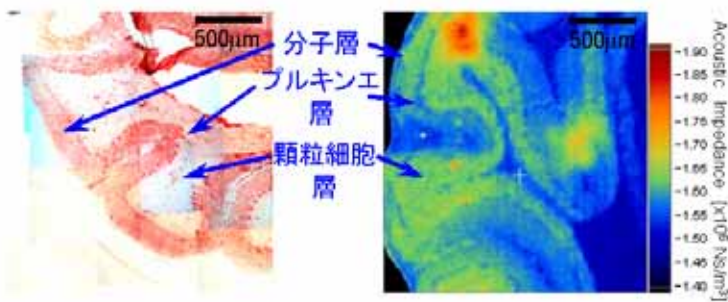
誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

豊橋技術科学大学 電気電子工学課程 長尾・穂積研究室

http://www.tut.ac.jp nagao@tut.ac.jp

- ・ 生体組織診断の定量的な物性評価を行う方法として超音波顕微鏡を提案する
keywords; 超音波、音響インピーダンス
- ・ 帯電防止剤を配合したポリマの評価
keywords; 空間電荷、帯電防止剤

生体組織観察のための超音波顕微鏡の開発



(a)染色像 (b)音響インピーダンス像

図1 染色像と音響像で観察したラットの小脳組織

現在、外科手術中において生体組織診断を行う場合、切片を染色して光学顕微鏡観察されている。しかし染色には1時間程度以上を要する。そこで染色を行わず、超音波を用いて定量的に物性評価を行う顕微鏡を提案している。この研究は東北大学加齢医学研究所、本多電子株式会社と連携して行われている。

1. フーリエ変換型超音波顕微鏡の開発

3 10 ミクロン程度にスライスした組織切片に超音波を照射し、切片表面と背面の反射の干渉をデジタル信号解析によって分析し、伝播時間差に変換して音速・組織厚さ分布像を取得する。これにより標本試料の作製時間を含めてもおよそ 10 分程度で組織確定診断が行えるものと期待される。

2. 音響インピーダンス顕微鏡の開発

フーリエ変換型超音波顕微鏡は組織切片を一定の厚さに作製する必要があったが、切片厚さに関係なく診断が行えることが望まれる。そこで、組織表面の音響インピーダンスを画像化し、リアルタイム診断が行えるシステムの開発を進めている。生物用を視野に入れ倒立型装置を試作し、図1に示す様にラットの小脳観察を行った結果、小脳の物性を正確に評価することが出来た。今後、提案した測定系でリアルタイムの観察が行えれば、プローブのような物を作製し手術中に医師自身により直接患部が広がっていないことを確認できるのではないかと考えられる。

3. 医療外への利用 ~弾性パラメータの測定~

材料評価における弾性パラメータは重要な要素であり、その分布状況を測定する時、超音波が多用される。本研究室ではパラメータとして重要である縦波と横波の音速を画像化することを目的とし、デフォーカスビームを板状材料に照射したときの伝搬モード変換した測定法を提案している。

帯電防止剤配合ポリマの評価

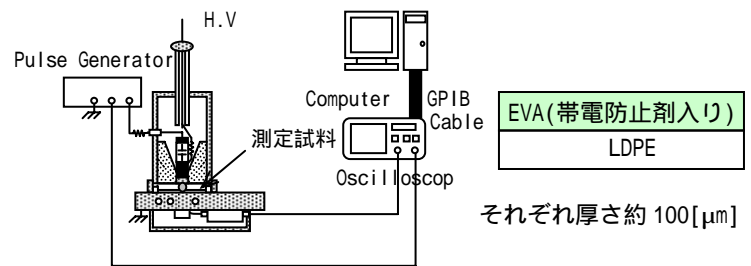


図2 PEA法を用いた空間電荷測定システム 図3 試料構造

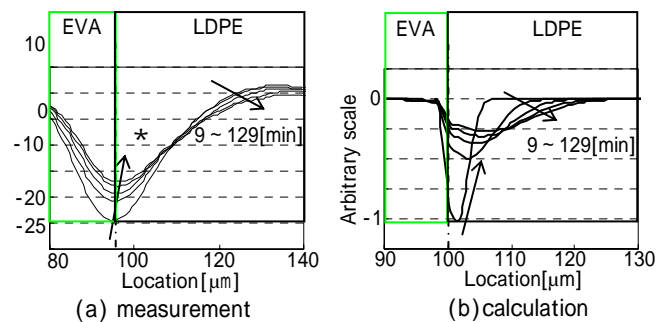


図4 EVA/LDPE 界面における空間電荷測定と数値計算結果
* 30[min]おきに表示

電子部品などのパッケージフィルムは多重構造となっており、使用目的によっては帯電が障害となるため、エチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)などの融着層に帯電防止剤を配合する。その添加剤は低密度ポリエチレン(LDPE)などの中間層へ濃度拡散によって移行し、帯電防止剤効果が損なわれる恐れがある。本研究では帯電防止剤を配合した EVA と LDPE の複合層を用いて空間電荷の時間変化を測定し、帯電防止剤の拡散過程を評価した。

1. 空間電荷測定

図1は空間電荷測定システムである。実験に用いた試料を図3に示す。EVA中の帯電防止剤濃度は1[wt%]である。この試料に10[kV]を2時間印加し、PEA法を用いて空間電荷分布の時間変化を測定した。測定結果を図4(a)に示す。また、同図(b)に帯電防止剤の拡散による体積抵抗率の変化を考慮した計算結果を示す。

両図とも界面付近に形成された電荷が時間の経過とともに減少し、LDPE側へ移行していることがわかる。この界面付近の電荷の挙動は、両図とも定性的に一致する。

したがって、高分子複合絶縁体中の帯電防止剤の拡散過程は空間電荷を測定することにより評価できると考えられる。



誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

豊橋技術科学大学 電気電子工学課程 長尾・穂積研究室

<http://www.tut.ac.jp> nagao@tut.ac.jp

- ・水トリー劣化フィルムの絶縁特性を熱像の観測等により評価する
keywords; 高分子フィルム、熱像
- ・シリコンゴムにおける劣化メカニズムの解明とその評価方法の確立
keywords; シリコンゴム、撥水性、低分子量

水トリー劣化フィルムの絶縁特性評価

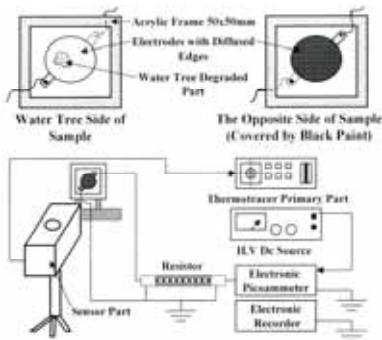
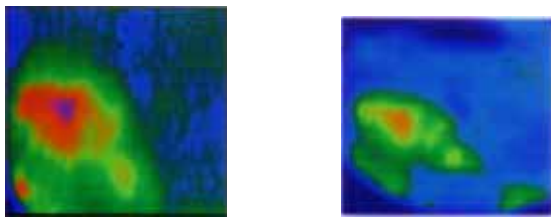


図1 熱像観測システムと試料形状



(a) -1kV (b) +1kV

図2 絶縁破壊時の熱像

電力機器、電力ケーブルには保守性や絶縁性に優れた高分子絶縁材料が多用されている。近年の電力流通コスト低減の要求から、機器の小型化が進められており、絶縁系に加わる設計電気ストレスは材料の本質的な破壊ストレスに近づいている。

本研究では、水トリー劣化フィルムの電気基礎特性を把握するため、伝導電流測定、絶縁破壊に至るまでの熱像観測、空間電荷分布の観測、破壊試験等の実験を行い、絶縁材料の電気特性を評価することを目的としている。ここではそのうちの一つである熱像の観測について紹介する。

1. 熱像の観測

本実験では、水トリーを加速劣化させた LDPE フィルムに直流課電を行い、絶縁破壊に至るまでのフィルム表面の熱変化を観測した。図1に熱観測システムの概要図と試料形状を示す。試料は両面に直径40mmの金蒸着を施したものをアクリル枠で固定し、銀ペーストで金電極に導線を接続した。電極の片面には表面の赤外線放射率を高めるため黒色塗料を塗布した。実験では電極に直流課電し、そのとき変化する試料表面の熱像をサーモグラフにより観測した。図2に絶縁破壊時の熱像を示す。同図から試料中に周囲より温度が高い部分(赤色)が見られる。この結果より、負極性の場合において局所発熱現象は正極性より大きいことがわかる。従って、局所発熱現象は極性効果があるということがわかった。

シリコンゴム表面の撥水性の評価

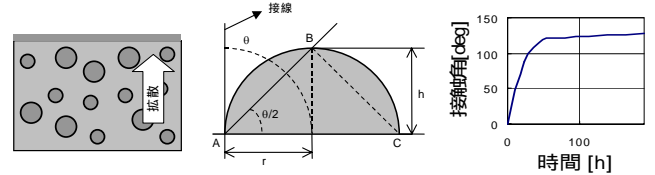


図3 低分子量拡散の過程と液滴法、および撥水性出現特性

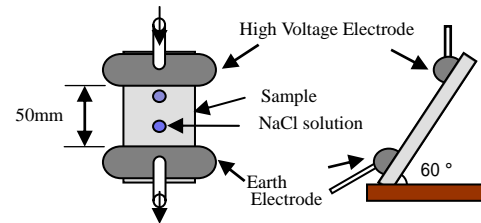


図4 Dynamic Drop Tests

高分子であるシリコンゴムは、高い撥水性があり、その撥水性が低下しても次第に回復するという特性を持っている。そのため、シリコンゴムは屋外絶縁材料として用いられている。しかしながらシリコンゴムは有機材料であるため、時間とともに劣化するという欠点があり、その評価を行うことが必要である。そこで、国際大電力会議(CIGRE)では、シリコンゴムの最低要求基準の確立が行われている。その中で1:外部ストレスによる低下特性、2:汚損上での回復特性、3:長期性能、等不明な点が残されている。また、シリコンの撥水性回復要因は、1:低分子量成分の拡散、2:極性基の生成によるメチル基の再配向、が有力であると考えられている。しかし、これらの現象はまだ明確にされておらず、国際的に研究が行われている。本研究室ではシリコンゴムの劣化、撥水性回復の評価方法として、撥水性挙動に着目して研究を行っている。

1. 汚損上での撥水性出現特性

シリコンゴムの表面が汚損状態にある場合、汚損層にシリコンゴム内の低分子量成分が拡散し、表面を覆うことで撥水性が現れる。シリコンゴムの種類によって出現特性が異なると思われるため、その差異を観測することで各々の評価を行っている。本研究ではシリコンゴム表面にシリカ粉で汚損層を作製し、液滴法により接触角を測定し、撥水性の観測を行っている(図3)。

2. 撥水安定性の評価

これまでシリコンゴムに対する屋外用絶縁材料試験法として、Salt Fog Chamber 法等により、検討がなされてきた。しかし、研究機関によるデータの差異とばらつきが大きく、再現性の面で問題があった。これに対して、「Dynamic Drop Tests」(図4)が提案されており、各国と共同でこの方法で再現性が得られるかどうかを確認しつつ、シリコンゴムの評価を行っている。



誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

豊橋技術科学大学 電気電子工学課程 長尾・穂積研究室

<http://www.tut.ac.jp> nagao@tut.ac.jp

- ・ 界面電気絶縁特性評価用試料の部分放電特性
keywords; 異種絶縁界面、部分放電
- ・ 電力ケーブルの故障を早期復旧するための標定方法に関する研究を行う
keywords; パルスレーダー法、時間 周波数解析

界面電気絶縁特性評価用試料の部分放電特性

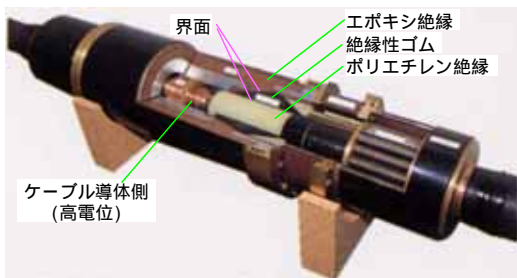


図1 実際のケーブル接続部

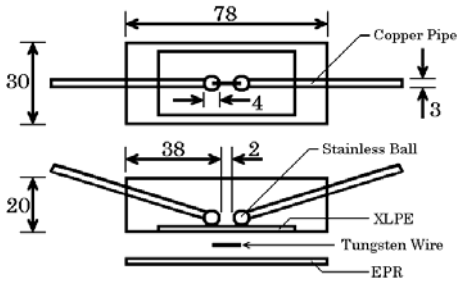


図2 XLPE-EPR 界面試料の試料形状

配電ケーブルや超高压ケーブル等の架橋ポリエチレンケーブルにおいて絶縁破壊を引き起こす原因は、一般にケーブル接続部(図1)の現地施工時の傷、組み立てミスなどの施工不良が大部分といわれている。部分放電測定試験は絶縁診断において精度が高く、容易にできる試験法として近年、ケーブルの線路完成後の竣工試験として行われており、その重要性が認知されている。そのため、各種欠陥を模擬した試料での特性把握が随所で行われているが未だ不明な点が多い。本研究では架橋ポリエチレンケーブル接続部を模擬した異種絶縁界面評価のための材料試験用電極系を提案し、部分放電に関する諸特性の測定及び検討を行っている。

1. 界面電気絶縁特性評価用試料

図2に著者らが提案している電極系の模式図を示す。XLPEシート上に球電極(ステンレス球 4mm)を2mm間隔に設置して、常温硬化型エポキシ樹脂でモールドした。この電極をEPRシート上に設置することにより XLPE-EPR 界面を形成した。混入する導電性異物としては長さ4mm、直径0.15mmのタングステン線を用いた。この異物を図1に示すように界面上に非接地状態で設置した。

2. 実験内容

試料に交流電圧(60Hz)を印加した後に電圧を休止し、電圧休止後の部分放電開始電圧(V_i)の測定を行なう。電圧印加時間、印加電圧、電圧休止時間および環境(圧力印加、相対湿度)などを変化させて測定し、導電性異物の影響について調査している。

電力ケーブル故障点標定方法に関する研究

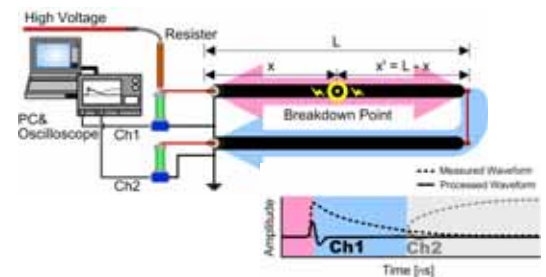


図3 パルスレーダー法概略図



図4 測定器具と解析波形

本研究では中部電力との共同研究により電力ケーブルの故障点標定装置の開発を行っている。近年、各家庭の電力需要は年々増加し、それを担う電力の輸送は我々の生活にとって必要不可欠なものとなっている。そのような電力輸送手段である電力ケーブル系統で故障が発生した場合、事故に際して迅速に事故点検出を行い、早期復旧を行うことが極めて重要視される。

故障点の標定には様々な方法があるが、代表的なものとしてパルスレーダー法、マーレーループ法などがある。パルスレーダー法は直流電圧を印加して故障点に放電を発生させ、ケーブルの両端に伝播する信号の立ち上がりの時間差から故障点を標定する方法である。この方法はブリッジ法の一つであるマーレーループ法と比較して装置が小型で熟達した標定技能を必要としない。しかし、一般的にマーレーループ法に比べ標定精度が劣るといわれている。本研究室では、小型軽量でかつ高精度な標定装置を実現するため、パルスレーダー法を改良して高精度な故障点標定する方法を検討している。

1. 時間 周波数解析を用いた故障点標定手法

パルスレーダー法では、信号が電力ケーブルに沿って伝播する際の信号の伝播速度と減衰には大きな周波数依存性があり、信号の形状が伝播距離に依存して変化する問題がある。本研究室では、伝播波形の立ち上がり部分のみを強調し、適切な窓関数を使って切り出した後に周波数解析を行い、位相スペクトルに分解する手法によってこの問題を解決し、標定精度の向上に成功した。

電気学会東海支部若手セミナー

誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現

三重大学・電気電子工学科・凝縮電子工学研究室(中村修平・青木裕介)

sn@elec.mie-u.ac.jp

高機能有機・無機ハイブリッド材料の開発

keywords; 有機・無機ハイブリッド、高耐熱性、高絶縁、高熱伝導

高機能有機・無機ハイブリッド材料の開発

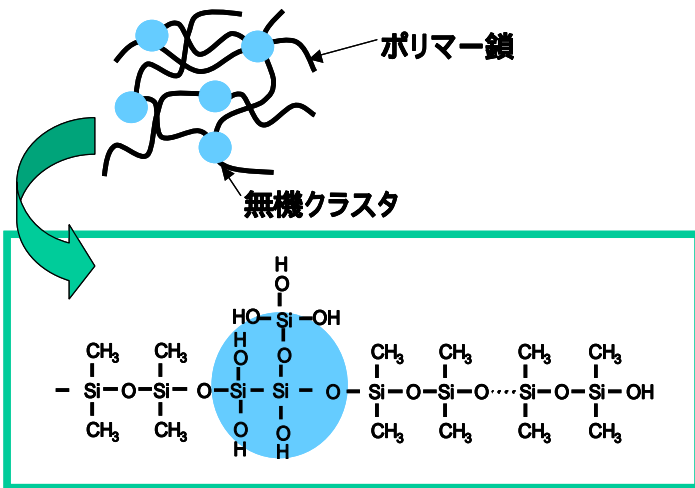


図2. 柔らかさと機械的強さをもった有機・無機ハイブリッド

有機・無機ハイブリッド材料では、シナジー効果により有機物、無機物それぞれの特性をあわせ持つ従来にない高機能の発現が期待される。特にポリジメチルシロキサン (PDMS) をポリマー鎖部分とした有機・無機ハイブリッド(図1)は、耐熱性のある柔軟性に優れた材料である。本材料はゾル-ゲル法により作製されるため、機能性フィラーの高充填が容易であることから、高機能化が可能である(図2)。

私たちの研究室では、鈴鹿富士ゼロックス株式会社との連携の下、特に、機械的強度、融着性、表面離形性、導電性、電気絶縁特性、熱伝導性等の機能性の制御に着目して、有機・無機ハイブリッドを用いた高機能性材料の開発を行っている。現在までに得られた技術シーズの代表的なものは以下の通りである。

1. 高耐熱性電気絶縁材料の開発

PDMSとテトラエトキシシランを原料とするPDMS系有機・無機ハイブリッドは、耐熱性に優れた弾性体材料であり、200℃での連続使用においても機械的特性の劣化は小さく、200℃で 10^{13} ・cm以上の高体積抵抗を維持する。さらにハイブリッド材料原料の無機成分量の調整により、絶縁破壊強度を増加させることが可能であり、40kV/mm以上の強度が得られている。

2. 耐熱性高熱伝導弾性体材料の開発

パワートランジスタ、電源部品や電気自動車のパワー素子などの発熱を逃がすための高熱伝導性放熱シートとして、シリコン系材料に熱伝導性無機フィラーを充填したものが広く用いられているが、シリコン系材料は原料粘度が高く、フィラーの高充填が難しく、無機フィラーの活性によってシリコンゴムの架橋が破壊されるため耐熱性に乏しい。有機・無機ハイブリッドは、ゾル-ゲル法により作製するため、フィラーの高充填が可能であり、無機クラスタを介した架橋は強固であるため、高い耐熱性を持つ高熱伝導性材料の作製が可能である。ハイブリッド材料の作製方法、加工方法の検討の結果、柔らかくて高い熱伝導性(5W/m・K以上)を持つハイブリッドシートの作製が可能となっている(図3)。



図3. 熱伝導シート(熱伝導率 5W/mK)

電気学会東海支部「若手セミナー」設置趣意書

平成17年2月12日

注意：6以下の項目はできる限り具体的にご記入下さい。判定材料となります。

1	テーマ	誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現	継続 新規												
2	代表者	<table border="1"> <tr> <td>氏名</td> <td>所 属</td> </tr> <tr> <td>所 哲郎</td> <td>岐阜工業高等専門学校 電気情報工学科</td> </tr> <tr> <td>〒 住 所</td> <td></td> </tr> <tr> <td>501-0495</td> <td>岐阜県本巣市上真桑 2 2 3 6 - 2</td> </tr> <tr> <td>TEL 058-320-1357</td> <td>FAX 058-320-1263</td> </tr> <tr> <td>E-Mail tokoro@gifu-nct.ac.jp</td> <td></td> </tr> </table>	氏名	所 属	所 哲郎	岐阜工業高等専門学校 電気情報工学科	〒 住 所		501-0495	岐阜県本巣市上真桑 2 2 3 6 - 2	TEL 058-320-1357	FAX 058-320-1263	E-Mail tokoro@gifu-nct.ac.jp		継続 新規
氏名	所 属														
所 哲郎	岐阜工業高等専門学校 電気情報工学科														
〒 住 所															
501-0495	岐阜県本巣市上真桑 2 2 3 6 - 2														
TEL 058-320-1357	FAX 058-320-1263														
E-Mail tokoro@gifu-nct.ac.jp															
3	目的・内容	<p>今まで、東海地区の誘電・絶縁材料分野の研究は、世界的にみても活発であり、若手研究者の数も多かった。しかしながら現在は、各大学等の研究は新しい分野や応用分野に向かいつつあり、研究ノウハウの蓄積と継承など、これらの若手研究者が相互に交流し、研究レベルの向上を図る場が崩壊しつつある。今回提案する「誘電・絶縁材料等の物性評価と機能の発現」の若手セミナーは、産・学・官の若手研究員の相互交流（情報収集、意見交換など）を活発に行うこと、研究・技術レベルの継承と向上を計ることを目的とするものである。誘電・絶縁材料は、ナノコンポジット材料、有機 EL などに代表されるように、いよいよ応用可能となってきた機能の発現や材料物性の評価など、基礎から応用に至る幅広い研究や開発が必要とされつつある。薄膜化やナノテクの利用にともなう電気物性の変化や経時的変化、さらには材料使用環境の高電界化及び過酷化にともなう各種問題の解明など、本若手セミナーは若手研究者及び技術者へ交流の場を提供し、知見を広め、東海地区に集積された技術の継承と発展を推進していくことを目的としている。</p>													
4	予想される効果	<p>東海支部内の学生員をはじめとする若手研究者及び若手技術者が、本若手セミナーに関係する研究上の問題や話題提供を相互に行うことにより、専門化された分野の学会発表のみでは得られない問題解決の糸口や、研究遂行上の新しい発見が、講演会や相互討論等により得られることが期待できる。また次世代若手研究者への東海地区に集積された研究技術や知見の継承と育成、および、産学官の交流に多大な効果があると期待される。</p>													
5	設置期間	2005年 4月 1日 ~ 2006年 3月 31日													
6	予想される参加機関（具体的にお書き下さい：例 大学×学部 学科 研究室）	<p>名古屋大学工学部電気電子工学科 森田研究室、理工科学総合研究センター 鈴置研究室 豊橋技術科学大学電気・電子工学系 長尾・穂積研究室（幹事として村上先生参加） 名古屋工業大学電気情報工学科 水野研究室 三重大学工学部電気電子工学科 中村研究室（幹事として青木先生参加） 飯田研究室 岐阜大学工学部電気電子工学科 安田研究室、近藤研究室 信州大学工学部電気電子工学科 宮入研究室 静岡大学工学部電気・電子工学科 松本研究室 愛知工業大学電気電子工学科 落合研究室、澤研究室、小嶋研究室 名城大学理工学部電気電子工学科 清水・村本研究室、河村・山中研究室、内藤研究室 中部大学工学部電気工学科 松岡研究室 岐阜高専電気情報工学科 所研究室（代表者・世話役として参加）、北川研究室 沼津高専電子制御工学科 遠山研究室 鳥羽商船高専電子機械工学科 古森研究室</p> <p>並びに 三重県科学技術振興センター、電線総合技術センター、中部電力、東芝、豊田中研、三菱電機、日本ガイシ、高岳製作所、愛知電機、神鋼電機、日東電工、住友電装、大同特殊鋼、日本高圧電気、名古屋市工研など （一部大学等は新年度に研究室名等が変更になる可能性があります。）</p>													