

# 電気学会 計測技術委員会における活動の紹介

## 1 活動方針

計測技術委員会（委員長：大谷昭仁（日本大学））は、電気・電子計測分野における先端的なフロンティア計測技術に関する研究会を主催し、情報の交換を行うことを目的としています。また、調査専門委員会を設置して計測技術などの現状と将来動向の調査・研究も行っています。

計測技術に関しては、例えば、放電現象などの研究に不可欠な超高速電子計測、電磁環境問題に関連した電磁界計測、光計測および光技術の電子計測への適用、周波数・時刻の移動体通信への高精度電子応用計測への適用など、進展著しいものが挙げられます。具体的には、下記のとおりです。

- (1) 超高速電子計測における最も重要な技術はA/D変換で、高速・高分解能なA/D変換技術が進展すれば、これまで以上に詳細かつ広帯域の放電電流スペクトルが得られたり、放電メカニズムの解明が進むものと考えられます。
- (2) 電磁波計測は、いまだ解決すべき問題が多く、電気電子計測分野におけるフロンティアといっても過言ではありません。これまでは正弦的な時間変化の電磁界に関する計測が研究されてきましたが、情報処理装置などから放射される不要電磁波は複雑な波形を持っており、今後、電磁界の波形計測が重要な課題となります。
- (3) 光計測は近年の光通信の発展に伴って、計測における重要なテーマとなっています。すでに、電子計測器に相当する光パワーメータや光スペクトラムアナライザなどの基本光計測器については、高性能な計測器が開発・市販されていますが、超高速伝送、光波長多重伝送や光増幅器を用いた長距離伝送技術などに対応した計測技術および計測器の開発が課題となっており、活発な研究が行われています。
- (4) 周波数計測では、国際単位系（SI）における秒の定義に使用されているセシウム原子時計に代わる技術として、光格子時計の研究が進んでいます。光格子時計ではセシウム原子時計に比較して二桁から三桁の精度改善が期待でき、より高精度に周波数を実現する方法としてSIにおける秒の再定義に活用する事が検討されています。

上記に加え、生体計測による高齢化社会での福祉への適用、磁気計測による磁気センサへの適用などにも著しい進展があり、さらに最近では、経済活動のグローバル化・ボーダレス化により、製品の計測・評価結果を国際的に相互認証する動きが活発です。この情勢に対処するためには、信頼できる計測標準を確立する必要があります。

## 2 対象分野

本技術委員会が扱っている研究分野は以下のとおりです。

- (1) 光技術を利用した新しい超高速計測手段とその応用
- (2) コンピュータなどの情報処理装置からの不要電磁波の発生原因の解明と対策
- (3) 電波時計・GPS・ナビゲーションでの周波数・時刻計測
- (4) 画像計測を利用した視覚センサの開発、脳電位の定量評価技術などの生体計測への応用
- (5) 高齢者および身体障害者のための補助装置の計測による改善
- (6) 磁気トランジスタなどのセンサ磁気計測および応用
- (7) 電気基本量標準化のための「あいまいさ」の発生要因と除去の解明
- (8) 温度標準のための高精度温度計測

## 3 具体的な活動

- (1) 計測技術委員会および幹事会の開催（年4回）
- (2) 研究会の開催（ほぼ毎月）  
テーマは光応用計測、電磁波計測、センサ応用計測、生体計測、温度計測、一般計測など
- (3) 調査専門委員会の設置  
「テラヘルツ波を用いた非破壊検査技術調査専門委員会」（委員長：福地哲生（電力中央研究所））
- (4) 見学会の開催（年1回程度実施）
- (5) 計測研究会の予定 <http://www2.iee.or.jp/~aim/>  
10月14日 テーマ「計測一般」電気学会、11月10～11日 テーマ「計測一般」佐賀大、  
12月21日 テーマ「生体計測及び一般」福山大、2月 テーマ「光応用計測及び一般」未定、  
3月 テーマ「温度計測及び一般」未定

計測技術委員会が関係する優れた研究を以下に紹介します。

（出典：① IM-15-005、② IM-15-038、③ IM-15-003）

### ① デオキシリボ核酸中のチミンの遠赤外吸収

0.1~10THz（波数：3.3~333cm<sup>-1</sup>）のテラヘルツ波が、新しい物質構造解析手段として注目を集めている。原子間の振動やねじれを検出する赤外吸収に比して、エネルギーが1/10~1/100であるテラヘルツ波は小さなエネルギーで生じる分子間相互作用を反映する。一方、周波数が10THz以上の遠赤外光は、中間的な強い分子間相互作用や弱い分子内振動を反映する。

我々は、上記の特徴を踏まえ、テラヘルツ波を含む遠赤外分光を種々の材料に適用しており、この研究では、デオキシリボ核酸（DNA）を試料とした。その結果、つぎの重要な事実が得られた。

- (1) 塩基の種類に拘らず、100~300cm<sup>-1</sup>と520~570cm<sup>-1</sup>付近に吸収が現れる。
- (2) チミンが塩基のDNAにのみ、強度がチミンの総数に比例する吸収が422cm<sup>-1</sup>と490cm<sup>-1</sup>にも現れ、1本鎖DNAの場合ヌクレオチド1個あたりの積分モル吸光係数は、422cm<sup>-1</sup>において4.9×10<sup>6</sup>cm<sup>2</sup>/mol、490cm<sup>-1</sup>において2.0×10<sup>6</sup>cm<sup>2</sup>/mol、100~300cm<sup>-1</sup>において2.0×10<sup>7</sup>cm<sup>2</sup>/mol、520~570cm<sup>-1</sup>において1.7×10<sup>7</sup>cm<sup>2</sup>/molと見積もられる。

この成果が、蛍光色素等での処理を必要としないテラヘルツ波を利用した短時間のDNA検査への道を拓く事が期待される。

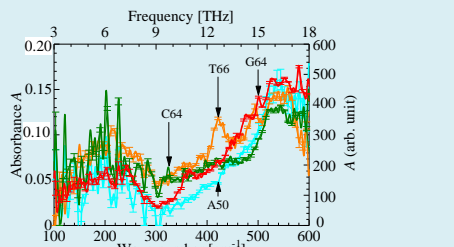


図1 すべての塩基がチミン(T)でヌクレオチド数が66の1本鎖DNA試料T66(—),アデニン(A)でヌクレオチド数50のA50(—),シトシン(C)で数が64のC64(—)の吸光度。グアニン(G)で数が64のG64(—)はスペクトル形状のみ。

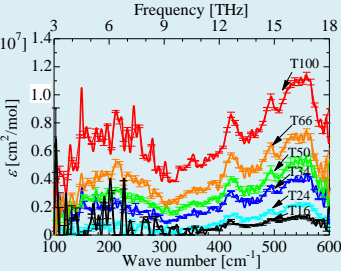
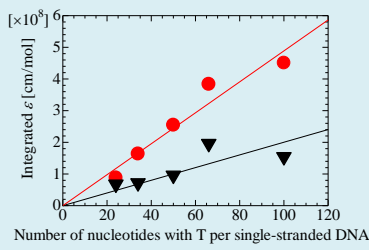


図2 すべての塩基がチミン(T)でヌクレオチド数が100(—), 66(—), 50(—), 34(—), 24(—), 16(—)の試料のモル吸光係数(ε)。



(a) Coefficients at 422 cm<sup>-1</sup> (●) and 490 cm<sup>-1</sup> (▼).

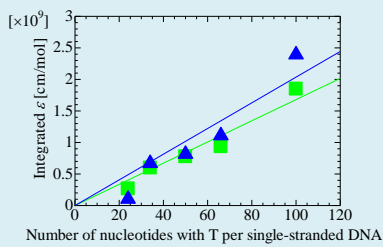


図3 Tを塩基として持つ1本鎖DNA中のヌクレオチド数の関数としての積分モル吸光係数。

### ② 筋活動解析のための積層型センサの検討

リハビリテーションやスポーツ医学等において筋疲労の定量的評価が重要であり、様々な手法により研究が行われております。

一般的な評価方法として血電極等により筋収縮に伴う活動電位を検出する筋電図（EMG）測定が行われています。また、ビエロセンサや加速度センサ等により筋収縮に起因する筋の微細な振動を検出する筋音図（MMG）測定やフォトセンサにより血中の酸素動態を検出する近赤外分光法（NIRS）などの研究が行われています。さらに、EMG、MMG及びNIRS測定はそれぞれ電気的信号、機械的信号、筋の代謝活動と異なった情報が得られることからEMGとMMG、EMGとNIRSを組み合わせた複合測定の研究も行われています。しかし、このような場合、一般的に複数のセンサを複数点で取り付ける必要があります。それに伴い、測定における測定時に被験者への負荷の増加や局所領域でのセンサの設置方法などの問題点が発生します。

そこで、本研究ではより詳細な筋疲労解析のために簡便なEMG、MMG、NIRSの同時測定システムの開発を目的とし、積層型のセンサを提案しました。提案センサは透明電極と透明なPVDFフィルム及びフォトセンサを積層化したもので、透明電極でEMGを、PVDFフィルムでMMGを、フォトセンサで血中の酸素動態をそれぞれ測定することで同一部位において同時に3種類の情報を得ることが可能となります（図1）。本研究では、提案センサにより前腕筋活動測定を行い（図2）、その結果からEMG、MMG及びNIRSの同時測定の可能性を示しました（図3）。

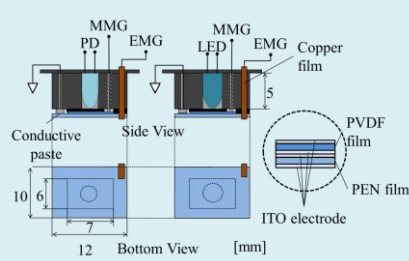


図1 積層型センサの概略図

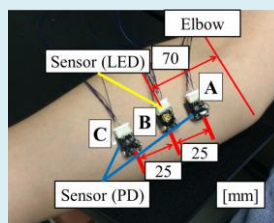


図2 筋活動測定システム

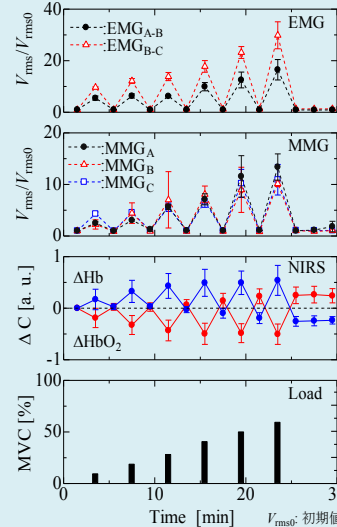


図3 EMG、MMG及びNIRSの測定結果及び測定時の負荷(Load)

### ③ LOF による単身者の異常状態の検知に関する研究

近年日本ではいわゆる孤立死が社会問題となっています。そこで本研究は、複数のセンサを用いて独居高齢者の身体において異常または危険な状態にあるかを判断するシステムの構築を目指しています。今回は、密度ベースの外れ値検出の一手法であるLOF (Local Outlier Factor) を利用した異常状態の自動検知について検討しました。

図1はデータの取得を行った一人暮らしの男性が風邪をひいた体調不良時のセンサ応答の例で、0時20分~8時30分、23時~24時は睡眠中で、日中は主に横になって休んでいました。入退室の判定は、リビングと入り口の人体検知センサを組み合わせて行いました。

異常状態は、一定期間の正常状態のセンサ応答を基準として保持しておき、これと測定時のセンサ応答からLOFを求め外れ値が大きくなった状態としました。LOFの値が1を大きく超えるものは密度が低く、外れ値となります。図2は図1の体調不良時に適用した結果で、10時~14時に外れ値が大きく表れています。体調良好時と不良時を判別する閾値は、判別精度を示すROC曲線から求めました。図3はその結果で、体調良好時は常時正常の結果が得られ、体調不良時は長時間異常を検知できました。

以上述べた異常状態の検知方法と、熱中症の危険性などを考慮した生活環境の異常を組合せることで、総合的な異常状態の判断が行えると考えています。

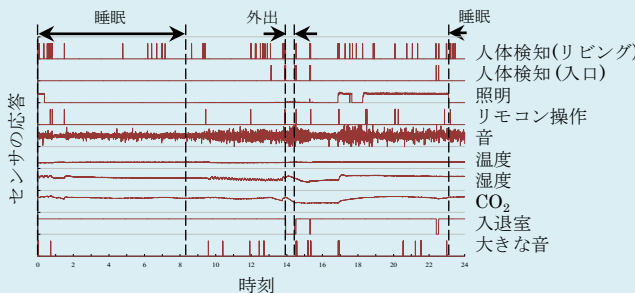


図1 体調不良時のセンサ応答

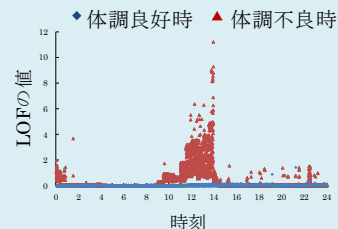


図2 LOFの算出結果

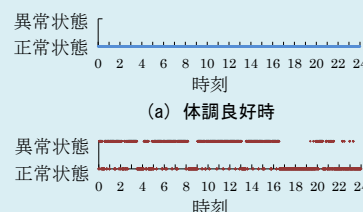


図3 体調不良時の判別結果