

赤外放射の情報処理・生体への応用技術に関する研究調査委員会

Investigative Committee on Information Processing and Biomedical Application Technology of the Infrared Radiation

委員長 谷 治 環
Tamaki Yaji

1. はじめに

現在、赤外放射は加熱分野のみならず、半導体・マイクロエレクトロニクス技術の発展により、リモートセンシング、レーザ・レーダー、リモートコントロールの信号、情報処理への応用の他、脳機能測定を含む生体画像計測及び植物や生体への影響評価、光分解などの物質へ作用など、多岐にわたって利用されている。このように、これまでの熱放射に重点を置いた赤外放射の利用形態だけでなく、赤外放射の持つフォトンの低エネルギー性と可視光に比べ長波長であるという赤外放射の特徴を生かした利用形態、あるいは研究開発を研究調査するために、平成13年5月に「赤外放射の情報処理・生体への応用技術に関する研究調査委員会」が設置され、約3年間活動してきた。

本稿では、委員会の構成と活動概況、及び本委員会で実施された調査研究及び講演について報告する。

2. 委員会の構成

本委員会は当初、松井松長委員長、谷治環副委員長の構成で発足したが、松井委員長の体調が思わしくないため、第2回委員会より谷治副委員長が委員長を勤めることになった。

その委員会構成は次の通りである。

委員長 谷治 環 (埼玉大学)
幹事 谷口 正成 (東北文化学園大学大学院)
中島 敏晴 (東京都立産業技術研究所)
太田 二郎 (NEC 三栄(株)(平成15年9月まで))
山越孝太郎 (同上) (平成15年10月から)
委員 松井 松長 (財日本産業科学研究所)
河本康太郎 (千代田工販(株))
湊 秀幸 (独立行政法人産業技術総合研究所)
木村 嘉孝 (木村技術事務所)
小野 隆 (日本大学)
灰田 宗孝 (東海大学)
石川 和夫 (東京工芸大学)
垣鍔 直 (足利工業大学)
関根 征士 (新潟大学)
石澤 広明 (信州大学)
加藤 久和 (日本アビオニクス(株))
伊東 勇人 (松下電工(株))
橋本 篤 (三重大学)
澤井 淳 (神奈川工科大学)

また、本委員会において話題提供としてご講演いただいた講師の方は次の通りである。(順不同、敬称略)

野呂 誠 横河電機(株) R&Dセンター
新里 寛英 (株)ベテル ハドソン研究所
坂上 隆英 大阪大学大学院 工学研究科
小笠原永久 防衛大学校 システム工学群

3. 活動状況

本委員会は10回の委員会(うち2回は公開研究会を同時に開催)と見学会を1回開催した。その活動状況は次の通りである。

生体応用分野について、サーモグラフィを使用した生体画像計測として、人体測定の手法と実施例について報告された。今後のサーモグラフィによる画像診断の課題は温度分解能の改善と画像処理の高速化である。温度分解能を改善する方法として、ロックイン方式とよばれる任意に設定した一定間隔のフレームレートに基づいて画像を取り込み、連続的に演算を行い、刻々と変化する温度変化量からの加算平均化した画像を作成することで温度分解能の改善が試みられており、赤外センサの改良とともに画像処理技術の高機能・高速化によって、サーモグラフィによる画像診断の応用範囲がさらに広がることが期待される。次に、脳機能計測として、近赤外を用いた光トポグラフ装置の概要とその脳機能の測定へ応用した例が報告された¹⁾。近赤外光を用いた光トポグラフは正常脳を対象とした脳機能測定に利用することが可能であるばかりでなく、潜在的な内頸動脈閉塞症のスクリーニングや、多発脳梗塞の脳循環状態の把握にも利用することが可能と考えられる。赤外放射の生体への影響として、波長の長い赤外放射は光子のエネルギーが小さいため、人体に吸収されても、光化学作用を生じることとはほとんどない。赤外放射を含めた光放射の諸作用、特に、赤外放射の生体への作用に関連する報告があった。

環境応用分野について、サーモグラフィは非接触で見たい設備の温度分布を瞬時に捉えることができ、異常温度診断が容易に行えることから電力設備・鉄鋼プラント設備・コンクリート設備などのメンテナンス業務など非破壊診断の有効な手段として活用されている。高速サーモグラフィを利用したアクティブ・サーモによる建設構造物の異常診断への応用の有効性に関する実例²⁾、及び輸送用コンテナや建築用外装パネルなどに用いられているパーパーハニカムパネル内に浸透した水の非接触検出³⁾などが報告された。都市環境としてのヒートアイラ

ンド実態調査の研究において、冬期における建物の断熱性能を定性的に把握するための壁面温度測定、夏期におけるコンクリート壁の昼間吸収、加熱状態の表面温度測定が報告された。その他、住宅街などの屋外環境の熱放射環境を測定するために全球熱画像収録システムが開発されている。自然環境放射を計測する場合について、赤外放射において、近赤外域（波長 $3\mu\text{m}$ 以下）は測定対象が太陽放射およびその散乱、反射成分であり、従来の装置に集光光学系を付加すれば測定可能である。これに対して、中・遠赤外域（ $3\mu\text{m}$ 以上）では測定対象が大気、地表、海面などからの自己放射（熱放射）であるから、常温の放射体で低レベルであり、長波長域での光学系の分光透過特性、または分光反射特性、検出器の分光感度などに十分配慮する必要があることが報告された。

植物・生態環境分野について、野菜・果物などの非破壊検査として、全反射減衰赤外分光計測（ATR赤外分光法）と拡散反射赤外分光計測及び、近赤外分光計測の農産物における残留農薬測定や生育状態診断への有効性について紹介された。また、今後、分光情報のデータベースの充実によって野菜及び果実の栽培や流通の拡大が期待できる。植物細胞の糖代謝解析関連の研究として、これまで中心であった近赤外分光分析に対して、中赤外分光分析を用いて各官能基の基本振動の情報などの理論的な基礎が存在し、解析も官能基の帰属波数帯だけを用いる単回帰で十分なことから、代謝の起点となる糖類の中赤外分光特性とその発酵プロセスなどへの応用を目指した研究が報告された。殺菌・抗菌技術として、その中核を担っているのは加熱殺菌であり、赤外線（熱放射）の特徴を生かした殺菌プロセスの構築が期待される。赤外線の殺菌効果とその応用及びレーザを利用した特定波長の生体への影響の研究例が報告された。

フォトン（光子）の物質への作用について、遠赤外放射（波長 $4\mu\text{m}$ 以上の赤外放射）は生体や物質に吸収されると、回転エネルギーや振動エネルギーへの変換過程を経て、最終的には熱エネルギーに変換される。作用するエネルギーの閾値が小さい反応に対し、遠赤外放射が直接作用する可能性がある。これは、熱エネルギーへの変換過程を経ないので、“遠赤外放射の非熱作用”と呼ばれる。この一例として、水における水素結合の離間が挙げられ、この離間は、遠赤外放射により直接的に充分可能であることが示された。

赤外放射計測分野について、最近利用が拡大しているハロゲンヒーター、カーボンヒーターなどの分光放射特性を評価する場合、測定位置の僅かなズレが測定値に与える影響を検討した。平面部分が約 $\phi 2.0\text{mm}$ 程度までの小さい放射源の特性評価を可能にした。赤外放射温度計の開発では、高速時間応答性、温度分解能、安定性、操作性、小型及び低コスト化が望まれる。高速時間応答性

能の良い光起電力型素子（InSb, MCT）を用い、チョップを用いない直流検出方式とし、赤外検出素子及びコーールドシールド内蔵の液体窒素用デューワー、集光光学系及びI-V変換器で構成した赤外放射温度計が開発された。赤外ヒータ及びその材質の放射率などに関する新規格として、わが国の加熱あるいはその他の分野において利用度の高い遠赤外領域に特化した技術応用に関連した規格（遠赤外線用語（JIS Z 8117）と遠赤外ヒータ放射部材用セラミックスの分光放射率測定（JIS R1801））が新たに（社）遠赤外協会を中心に整備された。

赤外放射のセンサ分野について、赤外線サーモグラフィに利用されている2次元センサとして、InSb、マイクロボロメータ、QWIP、焦電素子の現況が紹介された。InSbやQWIPを使用した高性能・高機能な製品とマイクロボロメータや焦電素子を使用した小型・軽量で使い勝手の良い製品の2極化がさらに進むと予想される。将来有望な量子形の赤外放射半導体検出素子材料として期待されるナローバンドギャップGaAsN混晶半導体の光学的評価及びそれによるN組成の増加に伴う電子構造の変化を解明するための研究が紹介された。

医用応用分野について、ガン細胞は正常な細胞よりも耐熱性が低く、 42°C 前後で死滅するといわれている。このことを利用して身体（内部）を何らかの手段で加熱することによるガン患者の治療、ハイパーサーミアに関する報告があった。高速サーモグラフィを利用したアクティブ・サーモによる初期の虫歯診断にパルスヒーティング後の歯の表面温度の変化を測定する研究が紹介された。

4. おわりに

本研究調査委員会では、熱放射による効果ではなく、赤外放射の持つフォトン（光子）の低エネルギー性と可視光に比べ長波長であるという赤外放射の特徴を生かした応用技術に関する研究開発の研究調査を実施した。内容は多岐にわたるが、委員会で回を重ねて研究調査を行うほどに研究分野の広がりと同時に、これからの産業応用への発展を予感した。特に、医用への応用や生体環境評価への応用、動植物の生態環境の評価は今後照明学会だけでなく関連分野の研究者、技術者と連携してさらなる調査研究が必要であると考えた。

参考文献

- (1) 灰田宗孝：脳機能計測における光トポグラフィ信号の意味、*Medix*, 36, pp.17-21 (2002).
- (2) 阪上ほか：ロックイン赤外線サーモグラフィによるコンクリート構造物の非破壊検査、*日本機械学会講演論文集*, No.014-1, pp.6-15-16 (2001).
- (3) 谷口ほか：ペーパーハニカムパネルの浸水検出への赤外放射技術の応用に関する実験的検討、*照明学会全国大会講演論文集*, 148, p.207 (2003).