

『 光散乱の現象と解析 』

講師：岩井俊昭氏（東京農工大学 工学研究院 生物システム応用科学府 教授）

日時：2021年11月11日（木） 10:00 ~ 17:00（途中休憩を含みます。）
 ※新型コロナウイルス感染症の状況によっては延期もしくは中止もあり得ます。

会場：ハイブリッド（対面+オンライン）での開催となります。
 * 機械振興会館 別館4階（日本オプトメカトロニクス協会 研修室）
 * オンライン（Microsoft Teams 利用）
 協賛 応用物理学会, 日本光学会, 日本光学工業協会, 光産業技術振興協会 （順不同）

本講座の位置付け				
分野 レベル	光学設計分野	光エレクトロニクス分野	光学加工分野	画像技術分野
上級				
中級	↕	↕		
初級				

<推奨される前提知識>

・光学・電磁気学の初歩の知識があると理解の助けになります。

※上記はあくまで受講する際の目安です。

本講座の目的

光散乱の現象は、虹、太陽の暈、美しい夕焼けなどの自然の現象と関わりが深く、私たちにはたいへん身近な現象である。レーザー光を物質に照射することによって発生する散乱光を解析して、その電気的特性や形状情報を計測することは一般的な技術である。近年、物質の測定サイズ・レンジの拡大、物質の同定と粒径の同時計測、高濃度溶液中の粒子径分布測定、生体組織の分光断層画像の撮像など、散乱計測の多様化、高精度化、高機能化の要求がある。一方、技術者や研究者が光散乱の現象解析の基礎や応用を系統的に習得する場合は、著しく限られているのが現状である。本講座では、光散乱、特に散乱体が静止している場合の静的な散乱現象について、単散乱から多重散乱にわたって基礎と応用を体系的に講義する。内容としては、散乱理論の基本であるレイリー散乱、それを拡張して任意形状の散乱体に適用可能なレイリー・デバイ散乱、厳格な理論であるミー散乱、粗面からのレーザー散乱であるスペックル、そして生体組織や濃厚溶液のキャラクタリゼーションに利用される多重散乱である。内容は多岐にわたるが、理論と数値計算結果を関連付けて説明し、その応用への展開を対応させることによって理解を促す。

レイリー散乱の散乱振幅

● 散乱体内の電場
 $E(r) = \frac{3}{n^2 + 2} E_0$
 n : 相互屈折率
 $E_0 = E_0 \hat{e}_i$: 入射光電場

● 散乱光の散乱電場
 $E_s(r) = f(\hat{s}, \hat{i}) \frac{e^{ikr}}{R}$

ミー散乱強度の散乱角とサイズパラメータの依存性

● $0 < \alpha < 1 \sim 2$
 前方散乱が増加 (ミー効果)
 強度は $\theta = 0^\circ$ の方向に最小
 偏光角の最大移動
 偏光角: θ の大きい方に移動

● $\alpha > 1$
 前方散乱 > 後方散乱 (全波長領域)
 強度が急激に増大
 強度は極大・極小が発生
 → Huggins-Preisner理論
 偏光角は一種の極大・極小を発生

拡散反射光の測定系

● 拡散反射光強度
 $I_s(\theta) = \frac{I_0}{4\pi} \frac{d\sigma}{d\Omega}$

● 全拡散反射光強度
 $I_{total} = \int I_s(\theta) d\Omega$

● 実効減衰係数
 $\mu_{eff} = \frac{3}{4} \frac{Q_{ext}}{R}$

● 輸送平均自由行程距離
 $l^* = \frac{1}{\mu_{eff}}$

講座で使用する資料（PPT）の実例

前回受講した方の感想!!

- ・光散乱の基礎から応用まで広く網羅されており、とても勉強になりました。
- ・ミー散乱、レイリー散乱、の要点が理解でき、また自分で導出する際の要点を知ることができて大変良かったです。
- ・専門は化学で、物理的な理論は理解しきれていませんが、本講座をきっかけにしてこれから勉強していきたいと思いました。
- ・実際の応用例や、応用製品の開発では、まずは仕様を絞った方がよい実例などを紹介いただいたことは有意義だったと感じました。
- ・レイリーデバイ散乱理論は非常に難解だが面白い理論でした。粒子の凝集性とその存在比の粒子点分布が分かるのはとても将来性のある理論だと思いました。・散乱については、書籍などが少ないため貴重な講座であり、オンライン開催して頂きありがたかったです。

J O E M 技術講座

『 光散乱の現象と解析 』 講義内容

10 : 00 12 : 00	<p><u>S 1. 光散乱応用計測と散乱問題</u> S1-1 光散乱現象を利用した応用計測 S1-2 光散乱現象の解析のための散乱問題の定義</p> <p><u>S 2. レイリー散乱 ～光の波長より小さい粒子からの散乱～</u> S2-1 自然現象として観察されるレイリー散乱 S2-2 電気双極子の放射 S2-3 レイリー散乱の理論 S2-4 レイリー散乱場の光学特性 S2-5 天空コンパスとミツバチダンス</p> <p><u>S 3. レイリー・デバイ散乱 ～任意形状の粒子からの散乱～</u> S3-1 レイリー散乱からレイリー・デバイ散乱へ S3-2 任意の形状散乱体からのRD散乱現象の解析</p>
13 : 00 17 : 00	<p>S3-3 誘電体球からのレイリー・デバイ散乱 S3-4 モンテカルロシミュレーションへの応用 (凝集体からの後方散乱エンハンスメント現象)</p> <p><u>S 4. ミー散乱 ～光の波長程度の粒子からの散乱～</u> S4-1 Mie 散乱理論 S4-2 Mie 散乱理論の散乱行列表示 S4-3 Mie 散乱場の光学特性 S4-4 レーザー散乱法による粒子キャラクタリゼーション</p> <p><u>S 5. スペックル ～粗面からのレーザー散乱～</u> S5-1 スペックル現象と理論 S5-2 スペックル抑制法 S5-2 眼底スペックルフローメーターと皮膚血流計</p> <p><u>S 6. 多重散乱 ～生体組織からの散乱～</u> S6-1 多重散乱現象 S6-2 吸収と散乱 S6-3 光子輸送方程式 S6-4 多重散乱媒質としての生体組織の光計測 空間分解拡散反射法・光トポグラフィ・時間分解拡散反射法・ 光トモグラフィ</p> <p style="text-align: right;">※途中適宜休憩含む</p>

参 加 要 領

当協会のホームページ（<http://www.joem.or.jp/moushikomi.htm>）から、対面かオンラインかを選択して、お申し込み下さい。

※ 申込受付後、原則申込責任者様宛に受講票とご請求書をご送付しておりますが、受講様宛に送付することも可能ですので、受講様宛を希望される方は申し込みフォームの通信欄にその旨を明記してください。

※ オンラインでの受講をご希望の方にはテキストは原則ご勤務先へ送付しておりますが、在宅勤務のため職場ではなくご自宅への送付を希望される方は、申し込みフォームの通信欄に、ご送付先住所をご記入ください。

（対面の場合は、お申込期限後のお申込につきましては、当日受付にて受講者の方にお渡しいたします。）

【参加費】 1名につき（テキスト代を含みます）

区 分	税 抜 き	消 費 税	税 込 み
正 会 員	24,000 円	2,400 円	26,400 円
賛 助 会 員	30,000 円	3,000 円	33,000 円
協 賛	40,800 円	4,080 円	44,880 円
一 般	48,000 円	4,800 円	52,800 円

※当協会の会員外でも、協賛されている団体に所属されている方は、その旨を申込用紙にご記入ください。参加費が協賛の金額となります。

※参加費の払い戻しは致し兼ねます。お申込みされた方のご都合が悪くなった場合は、代理の方がご出席下さいます様をお願いします。

※当協会に入会されますと本技術講座をはじめ、その他の諸事業への参加費が割安になりますので、この機会に入会をお勧めします。入会ご希望の方は、当協会へお問い合わせください。

【定 員】 25名（うち対面は先着順で10名までとなります。）
※対面かオンラインかは申し込み時に選択ください。

【申込期限】 2021年11月1日（月）まで
※定員になり次第、申込期限前でも締め切らせていただきます。

【申 込 先】 一般社団法人 日本オプトメカトロニクス協会
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番22号 機械振興会館 別館4階
URL : <http://www.joem.or.jp/moushikomi.htm>

【参加費振込先】 口座名：一般社団法人 日本オプトメカトロニクス協会
取引銀行：みずほ銀行 神谷町支店 普通預金 2187994
※新型コロナウイルス感染症の状況によっては延期もしくは中止もあり得ますので、お支払いは受講後にご対応いただきたくお願いいたします。

【連絡先】 一般社団法人 日本オプトメカトロニクス協会 事務局 TEL : 03-3435-9321
FAX : 03-3435-9567 E-mail : info@joem.or.jp