

JOEM技術講座開催案内

『 相関とフーリエ変換で理解できる光学機器 』
～ 一見関連の無い機器たちの統一的理解 ～

講師：志村 努氏（東京大学 生産技術研究所 基礎系部門 教授）

日時：2024年5月21日（火） 10:00 ～ 16:00 （昼食1時間及び休憩を含みます。）

会場：ハイブリッド形式（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（Web 会議ツールは Microsoft Teams です。）

※ 新型コロナウイルス感染症の状況によっては、オンラインといたします。
また、対面希望者が少ない場合は、オンラインに切り替える場合がございます。
※ 当会における新型コロナウイルス対策及び対応については下記の URL をご覧ください。

<http://www.joem.or.jp/covid-19.pdf%20.pdf>

協賛：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				

※上記はあくまで受講する際の目安です。光学の基礎知識等があったほうが望ましい。

本講座の目的

様々な光学機器や光学現象の原理を理解するには、それぞれ個別にその仕組みや性質を勉強しなければいけない、と思うのが普通です。ところが光学機器であれば結局はどれも光が関係しているので、よく似た数式が全く異なる機器に関する説明に現れることがしばしばあります。その代表例が相関とフーリエ変換です。例えば、結像光学の点像分布関数と、フーリエ領域光コヒーレンストモグラフィー（FD-OCT）の間には、ほとんど何も関係は無いように思えますが、実はどちらも相関とフーリエ変換を使うと、良く似た式で表現することができます。また、考え方に共通点があります。この他にも、フーリエ分光器（FT-IR）や顕微鏡、ステッパーの照明光学系、空間コヒーレンスの計算などで、この相関とフーリエ変換がしばしば現れます。

本講座では、これらの光学機器の中で、どれか一つでも理解している人ならば、他の一見無関係な光学機器の原理も、大変理解しやすくなる、という点を解き明かします。これにより、なじみのなかった光学機器にも理解の幅を広げていただく、ということを目指しています。

前回受講した方の感想!!

- ・ 光検出器の出力からスペクトルとコヒーレンスの説明を経て、フーリエ分光、FD-OCT の解説も興味深かったです。
- ・ OTF や点像分布関数がどのようなものなのかイメージや理解を深められて良かったです。
- ・ 畳み込みと相関、フーリエ変換で、様々な物理現象を数式で表すことができるというのは、非常に面白かったです。
- ・ OCT を職場で使用したことはあったが、原理について余り理解していなかったもので、学習できた点が有意義でした。
- ・ 入射瞳、射出瞳の概念の説明が特にわかりやすかったです。

1. 必要な数学のおさらい

相関と畳み込み（講義名にある「相関」はこれらの総称である）、フーリエ変換の関係を明らかにし、以降の章の理解に必要となる公式を整理する。これらの公式が以降の章で縦横に活用される。

2. 1次元線形システム：時系列信号

光学系の話に入る前に準備として、1次元の線形システムについて、時系列信号を例にとって説明する。スペクトルという考え方を導入し、実空間と周波数空間の間を、フーリエ変換と畳み込み積分により行き来できることを示す。

3. 2次元線形システム：光学伝達関数

結像光学系が2次元線形システムとして扱うことができることを理解すれば、1次元線形システムと全く同様の考え方で点像分布関数、空間周波数、光学伝達関数（Optical Transfer Function : OTF）などの結像光学系に関する事項がたちどころに理解できることを示す。

4. OTF と瞳関数

レンズによる結像光学系における OTF が、なぜ瞳関数の相関により求められるのかを説明する。点像強度は点像振幅の2乗となり、点像振幅は瞳からの光の回折により求められることが鍵となる。

5. 光検出器の出力：解析信号

光の周波数は高すぎるため、光検出器では入力する電磁波の波形を直接計測することはできず、パワーの時間平均が出力される。このことにより生じる様々な注意点を、解析信号等を使って説明する。

6. フレネル回折と角スペクトル伝搬

以前は回折の数値計算方法は、フレネル近似とフラウンホーファー近似の2通りだったが、近年、これに加えて角スペクトル伝搬法が良く使われるようになってきている。角スペクトル伝搬法がフーリエ分解とフーリエ合成によって容易に理解できることを示し、これらの使い分けについて説明する。

7. Van Cittert-Zernike の定理：空間的コヒーレンス

空間的コヒーレンスとは何であるかを説明し、任意の面での空間的コヒーレンスが光源の強度分布のフーリエ変換で求められること（Van Cittert-Zernike の定理）を示す。

8. フーリエ分光法：時間的コヒーレンス

光の時間的コヒーレンスとスペクトルの関係がフーリエ変換で示せることを説明し、フーリエ分光法がこの原理に基づいていることを説明する。

9. フーリエ領域光コヒーレンストモグラフィ

近年実用化されたフーリエ領域光コヒーレンストモグラフィの原理は一見難解に見えるが、フーリエ変換、畳み込み積分、相関積分を組み合わせると、すっきりと説明できることを示す。

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、受講者様宛に送付することも可能ですので、受講者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。(申込責任者様が受講者様と同一の場合には不要です。)

※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下さい。

(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名となります)
※対面かオンラインかは申込時に選択してください。

【申込期限】 2024年5月14日(火)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
TEL: 03-3435-9321 FAX: 03-3435-9567 E-mail: info@joem.or.jp

【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

【会 場】 機械振興会館 別館4階(一般社団法人 日本オプトメカトロニクス協会 研修室)
<http://www.joem.or.jp/access.htm>
(所在地) 東京都港区芝公園3丁目5番22号
(交 通) ・ 東京メトロ 日比谷線 神谷町駅 下車 徒歩 8分
・ 都営地下鉄 三田線 御成門駅 下車 徒歩 10分
・ 都営地下鉄 大江戸線 赤羽橋駅 下車 徒歩 10分
・ 都営地下鉄 浅草線 大門駅 下車 徒歩 15分
・ JR; 山手・京浜東北線 浜松町駅 下車 徒歩 17分

【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