

●OPTICAL MICROSCOPY
PRINCIPLE TRAINING COURSE
2022 Winter開催報告

●学術変革領域研究「散乱透視学」領域融合推進班
第3回ワークショップ異分野研究者のための
AIプログラミング講習会 開催報告

●第14回光塾に参加して

●成果紹介

●その他／今後の予定

研究項目A01

物理基盤による散乱透視学

- 計画研究1 時空間光波シンセシスによる散乱透視基盤の構築
研究代表者: 的場修(神戸大学・教授)
研究分担者: 小倉裕介(大阪大学・准教授)
上野原努(大阪大学・助教)
全香玉(神戸大学・助教)
亀井保博(基礎生物学研究所・特任准教授)
- 計画研究2 散乱・揺らぎ場における光の伝搬の可視化
研究代表者: 栗辻安浩(京都工芸繊維大学・教授)
研究分担者: 角江崇(千葉大学・助教)
- 計画研究3 大規模光データベースによる散乱・揺らぎ場モデリング
研究代表者: 渡邊恵理子(電気通信大学・准教授)
研究分担者: 宮本洋子(電気通信大学・教授)
池田佳奈美(大阪府立大学・助教)

研究項目A02

数理基盤による散乱透視学

- 計画研究4 散乱理論・散乱イメージング理論の構築
研究代表者: 木村建次郎(神戸大学・教授)
- 計画研究5 インテリジェント散乱・揺らぎイメージング
研究代表者: 谷田純(大阪大学・教授)
研究分担者: 中村友哉(東京工業大学・助教)
西崎陽平(大阪産業技術研究所・研究員)

研究項目A03

実問題における散乱透視学

- 計画研究6 生きた細胞や組織における散乱・揺らぎ計測と制御
研究代表者: 玉田洋介(宇都宮大学・准教授)
研究分担者: 松田厚志(情報通信研究機構・主任研究員)
坂本丞(基礎生物学研究所・特任助教)
平野泰弘(大阪大学・助教)
- 計画研究7 空間光伝搬通信における散乱・揺らぎ計測と制御
研究代表者: 高山佳久(東海大学・教授)
研究分担者: 玉川一郎(岐阜大学・教授)
小林智尚(岐阜大学・教授)
- 計画研究8 光波の時空間における計測・変調・制御を駆使した天文イメージング
研究代表者: 早野裕(国立天文台・教授)
研究分担者: 西川淳(国立天文台・助教)
入部正継(大阪電気通信大学・教授)

公募研究一覧

- 公募研究1 生体深部にある移植再生細胞の情報取得可能な量子ナノ透視イメージング診断技術の構築
湯川 博 (名古屋大学 未来社会創造機構 ナノライフシステム研究所 特任教授)
- 公募研究2 蛍光コントラストを用いた内視鏡下3D腫瘍イメージング
西村 隆宏 (大阪大学大学院工学研究科 助教)
- 公募研究3 脳領域間の神経細胞活動から発せられる揺らぎによる高次脳機能の透視
加藤 大輔 (名古屋大学大学院医学系研究科 機能形態学講座分子細胞学 講師)
- 公募研究4 白色顕微鏡的光散乱法による不均一物質の揺らぎの可視化
廣井 卓思 (物質・材料研究機構 若手国際研究センター・ICYS研究員)
- 公募研究5 高機能光源を用いた散乱制御による光断層計測/顕微鏡の高侵達・高解像化
西澤 典彦 (名古屋大学工学研究科 教授)
- 公募研究6 ホログラフィック励起構造化光源を用いた散乱光波イメージング
熊谷 幸汰 (宇都宮大学オプティクス教育研究センター 助教)
- 公募研究7 2光子プロトコルによる擾乱透明化イメージングの試み
深津 晋 (東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 関連基礎科学系 教授)
- 公募研究8 Deep Priorを用いた教師無し深層学習による脳内電流源推定
滝口 哲也 (神戸大学都市安全研究センター 教授)
- 公募研究9 散乱体透過条件下での時間分解過渡吸収分光法の開発
太田 薫 (神戸大学分子フォトサイエンス研究センター 研究員)
- 公募研究10 静的光散乱とライトフィールド顕微鏡の複合化による非蛍光・非侵襲・三次元分子量計測
執行 航希 (三菱電機 情報技術総合研究所)
- 公募研究11 コロイド溶液における光散乱・揺らぎ・物質拡散のマルチフィジックスモデリング
藤井 宏之 (北海道大学 工学研究院 助教)
- 公募研究12 蛍光イメージングにおける細胞内光学特性の再構築
渡部 匡己 (理化学研究所 生命機能科学研究センター(BDR) 研究員)
- 公募研究13 極限波面揺らぎ補正とその応用に関する研究
村上 尚史 (北海道大学 大学院工学研究院 講師)
- 公募研究14 組織内全細胞観察を目的とした三次元ライブイメージング法の開発
市村 垂生 (大阪大学先導的学際研究機構 特任准教授)
- 公募研究15 すばる望遠鏡での大気揺らぎ高度分布の統計的測定とその振る舞いの解明
秋山 正幸 (東北大学 理学研究科 教授)
- 公募研究16 量子・古典対応を用いた散乱光センシングの解析
鹿野 豊 (群馬大学大学院理工学府 准教授)

2022年度の領域活動の振り返り

神戸大学 的場 修

2022年度も1年間みなさまのご協力により、領域活動を円滑かつアクティブに進めることができました。感謝申し上げます。2022年度は6月および12月の2回に対面で領域会議と総括班会議を実施することができました。6月は神戸大学、12月は浜松の浜名湖レークサイドプラザで行いました。計画研究の代表者、分担者、協力者、そして第1期の公募研究のみなさまとも現地で交流を深めることができました。今後は対面での機会も増やしていき、本領域ならではの光学、情報学、生物、情報通信、天文の幅広い領域の研究者の益々の交流を促進していきたいと考えています。また、融合領域推進班の活動では、AI講習(オンライン)及び補償光学(宇都宮大学)を実施しました。講師の先生方には深く感謝致します。また4月には散乱透視イメージングの初の国際会議と国際ワークショップを開催しました。オンラインも併用して多くの方に参加して頂きました。さらに国内の学会においても複数のシンポジウムを開催しました。

これらの活動を通じて、領域の参加メンバを増やしていき、新しい研究を創出していきたいと考えています。領域活動も2年半が経過しました。後2年間の活動となりますが、ここから活動を加速させていきたいと考えています。来年度もよろしくお願い致します。



OPTICAL MICROSCOPY PRINCIPLE TRAINING COURSE 2022 Winter開催報告

坂本丞 生命創成探究センター、研究項目A03 計画研究(玉田)

本領域の生物学研究拠点である基礎生物学研究所で「OPTICAL MICROSCOPY PRINCIPLE TRAINING COURSE 2022 Winter」を2022年12月19日-21日に開催いたしました(ウェブページ: <https://sites.google.com/nibb.ac.jp/opt/2022-winter-training-course>)。本領域にはコースに共催いただいております。昨年度3月に開催した第1回目について、今回は第2回の開催となり受講生19名(基生研会場13名+サテライト会場3名+オンライン3名、オブザーバー含む)にスタッフ20名(領域から2名)を加えて総勢39名が参加いたしました。

本コースは講義と実習を関連付けて顕微鏡をただ使えるようになるのではなく、その光学原理も含めた深い理解を目指しています。そのため、各日程の午前中に座学を、午後に顕微鏡組み立て実習を行うことで座学と実習をリンクさせて学習できるようにプログラムを組んでおります。講義内容は生物学分野では普段あまり触れる機会のない光学的な内容が多い上に少し掘り下げたような内容も含まれるため、四苦八苦しておられた受講生の方々も見受けられました。本コースにおける講義内容は古典的な全視野顕微鏡のものが大半を締めております。その一方で、コース3日目はレーザー走査顕微鏡やライトシート顕微鏡、超解像顕微鏡など発展的な顕微鏡に関する講義を行った他、北海道大学電子科学研究所の三上秀治先生に「高速蛍光顕微鏡」と題して、三上先生の研究室で開発されている先端的な顕微鏡についてご講義をいただきました。

開催形態は昨年度同様に基礎生物学研究所をメイン会場としてオンサイト・オンラインのハイブリッド形式を採り、北海道大学・ニコイメージングセンターにサテライト会場としてご協力いただきました。徐々にオンサイト開催で受講生にご参集いただき、総じて盛況なコースが開催できたのではないかと思います。オンライン参加となった方々は本コースの特色である顕微鏡組み立て実習を会期中にご体験いただくことが叶いませんでしたが、希望者に対してその補填として実習部分のみを追加開催(ウェブサイト: <https://sites.google.com/nibb.ac.jp/opt/2022-winter-training-course/additionaltraining>)もいたしました。このような取り組みにより、少しでも多くの方にコース参加の機会を提供できれば幸いです。また、参加者の皆様にはアンケートを通して多くのコメントを頂いており、今後のコース内容のブラッシュアップに活用させていただければと考えております。

最後に、本コースにご参加いただいた受講生の皆様と、運営・講義にご尽力いただいた講師および世話人の皆様に厚く御礼申し上げます。



学術変革領域研究「散乱透視学」 領域融合推進班 第3回ワークショップ 異分野研究者のためのAIプログラミング講習会 開催報告

A01-3計画研究班代表 電気通信大学 渡邊恵理子

学術変革領域研究「散乱透視学」では光学・数理・生物・天文・通信など、広範な領域の研究者が集い、研究を推進しています。それぞれの分野の専門性を生かして研究することはもちろん重要ですが、領域では特に複数の研究分野の研究者による異分野融合研究の推進が大きな目的の一つです。第3回ワークショップでは領域融合研究推進班の活動の一環として、群馬大学数理データ科学教育研究センター准教授鈴木裕之先生に講師をお願いし、これまでAIに触れたことがない異分野研究者を主な対象に、AIプログラミングについて学習・体験する会と致しました。

本ワークショップは、2022年11月7日(月)14:00~17:00に、Zoomによるオンライン講習会として開催いたしました。総勢25名の方が参加されました。インターネットに接続されたパソコンやマウス操作、キーボード入力可能なタブレット等があれば、どなたでもどこからでも参加できるため、幅広い層の方々が参加して頂けたのではないかと考えています。

ワークショップの具体的な内容としては、Google Colaboratoryの設定から、基本的な画像処理、深層学習を利用した画像処理(CNNによる数字画像認識)に至るまで、基礎から応用まで幅広く実施できるようなプログラムといたしました。また、zoom機能のブレイクアウトルームを利用して、それぞれのルームにA01-3の計画研究で深層学習に精通した学生をTAとして配置することで、受講者が困ったときや、些細な質問でも気軽にアドバイスを受けられる環境を作りました。そのため、参加者それぞれに合わせたペースで実装経験をして頂けたのではないかと考えています。

本ワークショップ実施後のアンケートの回答には、「Google ColaboratoryやZoomを上手に使用されていたのでスムーズに進行でき、フォローアップも充実しており、説明もとても丁寧だった。機械学習をやってみようというモチベーションが高まった。具体的な環境構成が大変参考になった。概念だけで把握していたニューラルネットワークが、実際のpythonコードとともに説明していただくことで、実装を具体的にイメージすることができるようになった。」など、本ワークショップにご満足いただいたという多くの回答を頂きました。一方、「進度が速かった、2日間に渡ってでもいいので、より丁寧な解説があると嬉しい。少し後半詰め込みかと思いました。」などの意見も頂きました。頂いたアンケートを活かして、より実りのある、異分野融合研究に発展に寄与するようなワークショップを実施していきたいと考えています。

最後に、本コースにご参加いただいた受講生の皆様と、運営・講義にご尽力いただいた講師および世話人の皆様に厚く御礼申し上げます。

第14回光塾に参加して

今回、主催者が同じ研究室所属ということもあり初めて「光塾」へ参加した。第14回となる今年は情報通信研究機構 未来ICT研究所の新井健太さん(集合写真1列目左から1番目)、医薬基盤・健康・栄養研究所の衣笠泰葉さん(同1列目左から2番目)の2名を塾長として開催され、48名が参加した。



(左)岡田さんの公演の様子



(中)平岡さんのポスター発表



(右)ポスター発表の様子

基調講演には東京大学大学院理学研究科の岡田康志さん(同2列目左から3番目)をお招きし、バイオイメージング技術の時間・空間分解能の向上の研究による問題とその解決についてお話頂いた。招待公演としてNIMS廣井さん(公募班)、広大杉さん(公募班の執行さんの元所属研究室)、埼大乙須さん、京大中村さん、順大大友さんの5名に最新の研究を紹介していただいた。光塾中は「先生」という呼称禁止、一回は質問をするといった、光塾らしいルールが決められている。そのため、発表後には多くの質問がとび、講演時間を超える場面も数多く見られた。また、光塾では参加者は必ず口頭もしくはポスターによる発表を義務付けられており、総数32の様々なテーマのポスター発表もされた。中でも阪大平岡さんのポスターでは、実物の顕微鏡を側に初代デルタビジョン制作の苦労話等を聞くことができた。そのほかにも物理分野の研究室からの参加もあり、ミクロな系におけるトポロジカル(渦のような大きさ・硬さによらない構造)欠陥が細胞の分化等のマクロなスケールへ影響するなど、興味深い話を聞いた。筆者自身は顕微鏡開発の研究に従事しており、こういった話を聞くことは自身の研究の応用先を見つめ直す良い機会となった。

(情報通信研究機構 未来ICT研究所・松尾大和)



阪大の平野さん

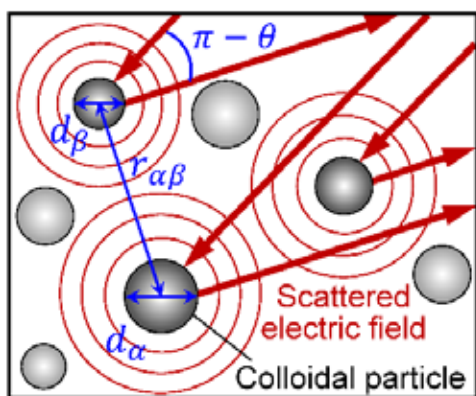
成果紹介

藤井(第一期公募研究)グループの成果として、次の論文が発表されました。

Hiroyuki Fujii, Moegi Ueno, Yuki Inoue, Toshiaki Aoki, Kazumichi Kobayashi, Masao Watanabe, Model equations of light scattering properties and a characteristic time of light propagation for polydisperse colloidal suspensions at different volume fractions. Optics Express 30, 3538 (2022) doi: 10.1364/oe.447334

コロイド溶液は、生体光学では生体模擬試料として、化学工学ではスラリーとして、食品科学では牛乳や豆乳としてなど、様々な分野で着目・使用される媒体です。高濃度な溶液における光散乱を理解することは、散乱光を用いた近赤外分光法やイメージングの基礎研究として重要です。光散乱を定量化する散乱特性は電磁波理論によって記述されます(図1)。低濃度では散乱特性と濃度が比例関係にあり、コロイド粒子群によって散乱された電場は殆ど相互作用しません。他方、高濃度では、散乱電場の干渉によって散乱特性と濃度の関係が曲線的となります。干渉による散乱特性への影響は干渉効果と呼ばれます。干渉を考慮した干渉散乱理論によって、干渉効果が1980年代より研究されてきました。しかし、干渉効果は、粒径、粒径分布、波長などに複雑に依存するため、その包括的な理解には未だ至っていません。特に、散乱特性の濃度依存を干渉散乱理論では陽に表しておらず、困難の要因の一つです。

私たちは、光散乱特性の濃度依存性を簡潔に記述するモデル式を提案しました。モデル式では、濃度依存性を初等関数で陽に表しています。モデル式には、2つのパラメータがあり、一つが単一粒子による散乱寄与(単一粒子散乱因子)を表し、もう一つが干渉による寄与(干渉因子)を表します。単一粒子散乱因子の理論式を提案しました。他方、干渉因子はフィッティングより求めることとしました。先ず、干渉散乱理論の妥当性検証のため、干渉散乱理論の数値計算結果が実験値と一致することを確認しました。その上で、干渉散乱理論の計算結果をモデル式より解析し、良く一致することを示しました。ここで、干渉散乱理論の計算時間は数日であり、粒径分布などの事前情報が必要となります。一方、モデル式は同条件を数秒で計算でき、事前情報を必要としません。更に、モデル式に含まれる2つの因子に基づいて無次元解析を行い、散乱特性に普遍的な性質があることを示しました。本研究の一部は、学術変革領域研究(A)(21H05577)、基盤研究(B)(20H02076)によって実施されました。



(a) Colloidal suspension

図1:コロイド溶液内の光散乱の概念図

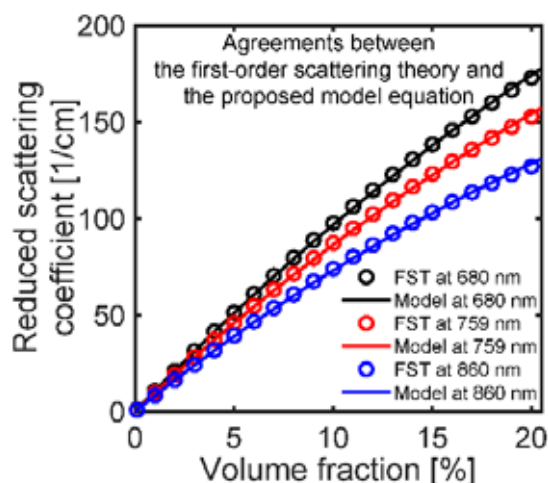


図2:換算散乱係数における干渉散乱理論(FST)とモデル式の比較

成果紹介

村上公募研究の論文が、The Astrophysical Journal Supplement Series に掲載されました。

Kenta Yoneta, Naoshi Murakami, Ryuta Koike, and Jun Nishikawa

Binary-star Wave Front Control Based on a Common-path Visible Nulling Coronagraph

The Astrophysical Journal Supplement Series, 262, 48 (2022)

<https://doi.org/10.3847/1538-4365/ac892e>

既知の恒星のおよそ半数が多重連星系(複数の恒星からなる系)に属すると考えられており、このような多重連星系も系外惑星(太陽以外の恒星の周りに存在する惑星)観測の興味深いターゲットであるといえます。これまでに 5300 個以上の系外惑星が発見され、およそ 270 個は多重連星系に存在します。

系外惑星の直接観測は、表層環境や大気組成などの惑星の詳細な情報をもたらすと期待されています。直接観測には、明るい恒星光のみを抑制する高コントラスト観測技術が必要となります。この技術のうち、コロナグラフは望遠鏡の瞳端部に起因する恒星回折光を、波面制御(ダークホール制御)技術は波面収差に起因する恒星散乱光をそれぞれ抑制します。しかし多重連星系では、複数の恒星からの光が惑星の観測を妨げてしまうため、これらの光を同時に抑制できる技術が要求されます。

我々は、恒星が2つの系(連星系)のための高コントラスト観測技術の開発を進めています。提案する技術では、コロナグラフとして共通光路ナル干渉コロナグラフ (CP-VNC)、ダークホール制御デバイスとして空間光変調器 (SLM) を用います。CP-VNC は、透過軸が直交する1組の偏光子とその間の複屈折プリズムから構成されるシヤリング干渉計型のコロナグラフで、原理的に、2つの恒星からの回折光を同時に抑制できます。また、2つの恒星が離れた位置に結像するような連星系の場合、恒星から離れた位置の散乱光を抑制する必要があります。ダークホール制御における散乱光抑制可能範囲は、制御デバイスの素子数に依存します。提案する技術で用いるSLMは、ダークホール制御技術の開発に主に使用されている可変形鏡 (DM) よりも圧倒的に素子数が多いため、連星系に有効なデバイスであると期待されます。

2つの人工光源を用いて連星を模擬し、提案する技術の室内実証実験を行いました。左図は、CP-VNCを用いて得られた連星モデルの観測画像です。赤とオレンジの十字印はそれぞれ、恒星モデルA, Bの中心位置を示します。CP-VNCによって、連星の回折光を同時に抑制することに成功しました。次に、一般的な DMの散乱光抑制可能範囲を超えた、両方の恒星から離れた領域(赤丸で囲んだ領域)をターゲットとして、ダークホール制御を行いました。このターゲット領域におけるダークホール制御前の平均強度レベル(コントラスト)は、 1.3×10^{-7} でした。右図は、ダークホール制御後の画像です。連星の散乱光を同時に抑制することに成功し、このときのターゲット領域内の平均コントラストは 2.0×10^{-8} に達しました。

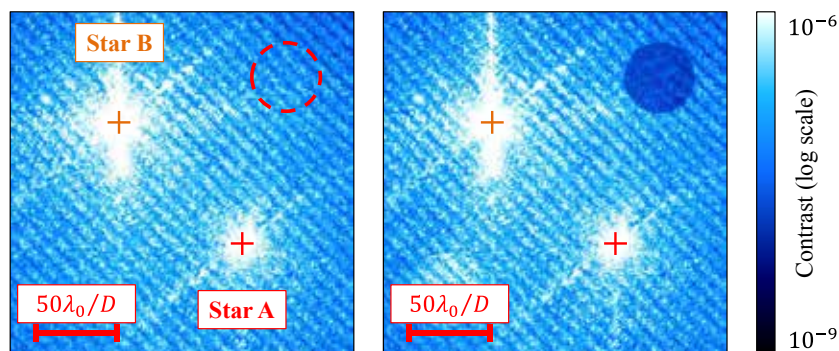


図 室内実証実験の結果。左:CP-VNC によって、連星の回折光を抑制した画像。右: SLM を用いた ダークホール制御によって、連星の散乱光を抑制した画像。

その他／今後の予定

第5回領域会議

日時:

5月15日(月) 13:00～5月17日(水) 12:45

場所:

5/15(月)、16(火) 神戸大学統合拠点コンベンションセンター(神戸市中央区港島)

5/17(水) 神戸大学六甲キャンパス 瀧川学術記念会館 大会議室

学術変革領域研究(A)
散乱・揺らぎ場の包括的理解 と透視の科学



COPYRIGHT©2022 . ALL RIGHTS RESERVED.

学術変革領域「散乱透視学」事務局
玉田 洋介(宇都宮大学工学部)
tamada [at] cc.utsunomiya-u.ac.jp
([at] は @ にしてください)