



- 第33回細胞生物学ワークショップ開催報告
- 散乱・揺らぎ場における
空間光伝送と光計測シンポジウム報告
- 計画研究A03-7フィールド実験報告
- 領域融合推進班の活動
- 日本光学会年次学術講演会
Optics & Photonics Japan 2022
(OPJ2022) シンポジウム
「コンピューショナル散乱透視イメージングの
基礎から新技術まで」
「光の散乱・揺らぎ現象を克服・活用する
新規イメージング研究」
- 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

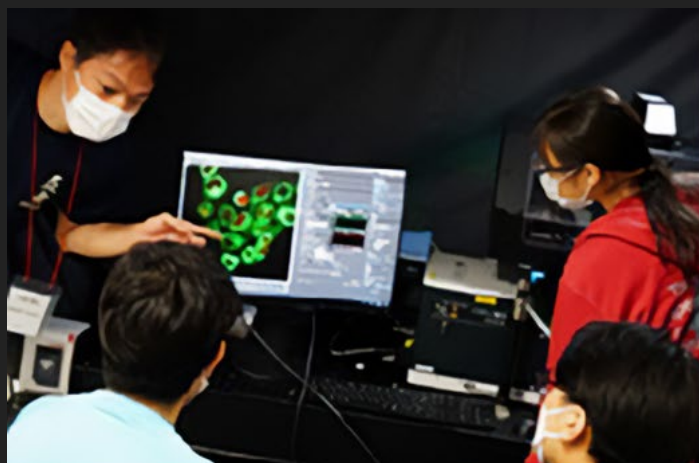
- 計画研究6 生きた細胞や組織における散乱・揺らぎ計測と制御
研究代表者: 玉田洋介(宇都宮大学・准教授)
研究分担者: 松田厚志(情報通信研究機構・主任研究員)
坂本丞(基礎生物学研究所・特任助教)
平野泰弘(大阪大学・助教)
- 計画研究7 空間光伝搬通信における散乱・揺らぎ計測と制御
研究代表者: 高山佳久(東海大学・教授)
研究分担者: 玉川一郎(岐阜大学・教授)
小林智尚(岐阜大学・教授)
- 計画研究8 光波の時空間における計測・変調・制御を駆使した天文イメージング
研究代表者: 早野裕(国立天文台・教授)
研究分担者: 西川淳(国立天文台・助教)
入部正継(大阪電気通信大学・教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

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)

第33回細胞生物学ワークショップ開催報告

ライブセルイメージングに関する技術習得を主題とした「第33回細胞生物学ワークショップ」を8月1-5日に大阪大学生命機能研究科にて開催した。本領域からは玉田班の平野、松田の2名が共焦点顕微鏡や超解像顕微鏡の基礎や画像処理に関する講義と実習を行い、生物試料を観察する際に起きる揺らぎの問題に関して、啓蒙・議論を行った。



オンサイト実習の様子



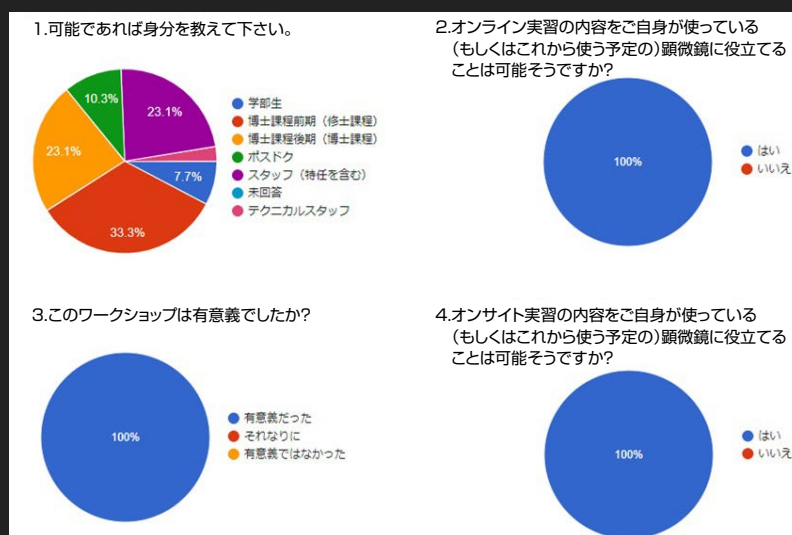
領域アドバイザーの平岡名誉教授の指導の様子

昨年の第32回同様、今年度もオンサイト・オンラインのハイブリット開催としたが、昨今の社会情勢を鑑み、オンサイト受講を拡大したことが今回の特徴である。すなわち、コロナウイルス蔓延以前のような、全国の若手研究者に実際に顕微鏡を操作してもらいながら理解を深めてもらうことができる、本当の意味での“実践的な”ワークショップが戻ってきた回、と言える。機材数の制約などもあり、オンサイト受講の受け入れは10名程度として募集を開始したが、26名の応募があり、参加者を選考せざるを得ないほどであった。自分で体験して学ぶ機会、顔を突き合わせてとことん議論する経験が必要とされていることが求められていると強く感じた。最終的にはオンサイト12名、オンライン34名(オンサイト希望から泣く泣く回って頂いた方を含む)の計46名の若手研究者の方々が参加した。

本ワークショップは、午前に基礎知識の講義、午後に午前講義の実習、夕方には講義・実習内容を踏まえた総合討論(復習)という三部で構成される。これを月曜から金曜まで5日間行い、生物学研究の最前線で最低限必要となる内容をカバーするものである。レンズを通した光の結像特性から始まり、蛍光顕微鏡の成り立ち、実践的な利用法を学んでいく。各顕微鏡メーカーの協力により、本来なら見ることでできない光学パーツを見せて頂いたり、蛍光顕微鏡に関する知識を体系的に学べたということで、受講生の方々には満足して頂いた。

オンサイト実習ではやはり直接交流ができたことが大きい。様々な大学から集まった同じ年代の人たちとの繋がりが、今後の研究に役立っていくことを切に願う。オンライン実習でも双方向のやり取りができるようにコメントスクリーン(<https://www.commentscreen.com/>)を導入した。Zoomのチャットより気軽にコメントが書ける上、講師側としても受講生の反応が分かるので実習での利用にも有効だと感じた。

(大阪大学大学院生命機能研究科・平野泰弘)



散乱・揺らぎ場における空間光伝送と光計測シンポジウム報告

東海大学 高山佳久

散乱・揺らぎ場における空間光伝送と光計測シンポジウムが下記のとおりハイブリッド開催されました。LiDAR、給電、伝搬試験、通信、センサおよび補償光学に関して、それぞれの分野で活躍されている6名の方々からのご講演により、最新の研究開発状況が共有され、53名の聴講参加者の皆さまと活発な議論が行われました。

日時:2022/8/8(月)13:00~17:00

場所:東海大学高輪キャンパス 2号館 2B101室 + オンライン

<https://www.u-tokai.ac.jp/about/campus/campus-takanawa/>

ウェブサイト:

<https://sites.google.com/view/sanran20220808/%E3%83%9B%E3%83%BC%E3%83%A0>

主催・共催

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(散乱透視学)

日本光学会 フォトダイナミズム研究グループ

レーザー学会 光への大気影響の推定、計測、補償、制御技術専門委員会

目的

散乱透視学では3次元空間にナノメートルからキロメートルサイズのマルチスケールに遍く存在する散乱・揺らぎ現象を包括的に理解すると共に、克服することを目的としており、生命科学や天文学などの自然科学、情報通信工学などの工学の諸分野の研究の推進により、散乱・揺らぎ現象を取り扱う統一的な融合学術領域として「散乱透視学」の創成を目標としています。この活動の一環となる本シンポジウムでは、特に空間光通信、光伝送、光計測に関する研究の最前線で活躍している方々の講演を介して、自然科学や工学など様々な分野に関わる方々と散乱・揺らぎ場の知見を共有する機会の提供を目的とします。

講演スケジュール

13:00 Opening 的場 修(神戸大)

13:10 能動型光センサーによる大気観測 石井昌憲(都立大)

13:40 光ビームの空間伝搬を利用する光無線給電 宮本智之(東工大)

14:10 高出力レーザーの大気伝搬試験について 早川明良(川崎重工)

14:40 休憩

15:00 揺らぎ場の中でのレーザー光通信 -揺らぎの影響と克服に向けた取り組み- 山下泰輝(NICT)

15:30 光空間伝送での大気揺らぎの影響低減に向けた高速波面センサ技術 安藤俊行(三菱電機)

16:00 NICTにおける衛星-地上間光通信用補償光学系の研究開発 斉藤嘉彦(NICT)

16:30 Closing 三浦則明(北見工大)

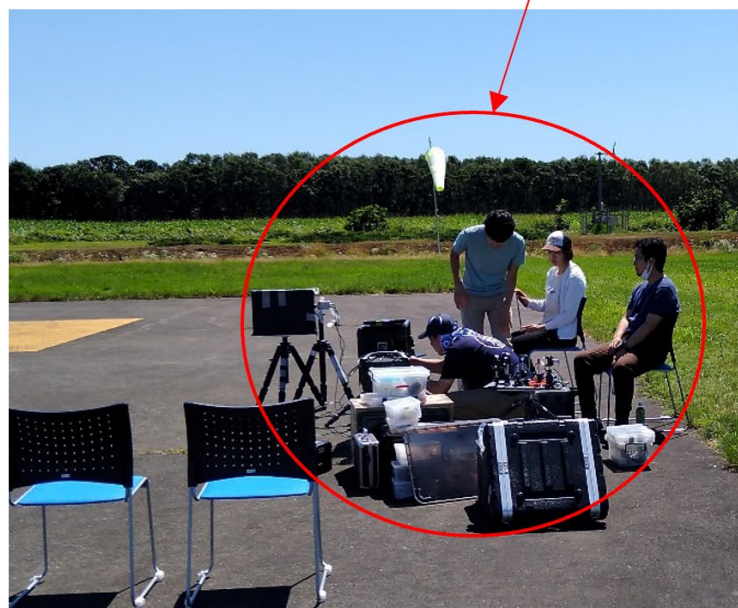
計画研究A03-7フィールド実験報告

東海大学 高山佳久

計画研究A03-7 空間光伝搬通信における散乱・揺らぎ計測と制御に関して、2022/8/15(月)～8/19(金)の期間、北海道広尾郡大樹町多目的航空公園でフィールド試験を行いました。大樹町多目的航空公園内の滑走路上に機材を設置し、大気揺らぎを被る環境での光の伝送と気象計測を実施しました。実験期間中は雨が多く、晴天は1日のみでしたが、距離1kmを伝搬した光に現れる強度変動の計測や超音波による風向風速の計測など、ほぼ予定の項目を実施できました。

この活動は大樹町役場が発行する機関誌にも紹介されました。

https://www.town.taiki.hokkaido.jp/soshiki/kikaku/kohou_tokei/kouhoutaiki.data/1-28_No.654.pdf



領域融合推進班の活動

領域融合推進班 第2回 ワークショップ 開催報告

日時: 2022年9月26日 (火) から27日 (水)

場所: 基礎生物学研究所 (明大寺地区地下1階) バイオサイエンストレーニングルーム他

出席者: 18名 (教員8名, 研究員5名, 学生2名, 技術スタッフ3名)

宇都宮大学 友井 拓実

報告

本会を、1日目の13時から2日目の17時まで、生物学共同研究拠点である基礎生物学研究所にて開催しました。新型コロナウイルス感染症の第7波も収束傾向でしたが、現地開催ということで募集人数を限定しました。参加者は18名で、そのうち領域から亀井、坂本、玉田、友井がホストとなり本会を進行しました。当領域は、多くの分野の研究者で活動しています。そうした当領域の強みを活かし、専門分野外の研究を直接肌で感じる機会の提供を目標に領域融合推進班の活動が行われてきました。本会は、主に光学や通信工学分野の若手研究者を対象として、異分野融合研究の契機を得ることを目的とし、生物学分野における光学顕微鏡を用いたバイオイメーキング・光を用いた細胞操作技術や、遺伝子組換え実験・動物実験等に関して講義と実習を行いました。

1日目:モデル生物の概念や分子遺伝学の基礎知識を概説しました。これを受けて、光細胞操作技術を解説し、実際にコケ植物を用いて操作を体験してもらいました。また、自作の光細胞操作装置のセットアップを見学してもらいました。最後に自己研究紹介をし、それぞれの分野の視点で意見交換を行うことで、分野融合研究の手がかりを模索し交流を深めました。

2日目:動物実験や遺伝子組換え実験において重要な法律や手続きを説明しました。次に、ライトシート顕微鏡の仕組みや特徴、近年の改良の動向を解説した上で、実機の見学会を行いました。また、共焦点顕微鏡を用いて前日の光細胞操作の結果観察を行いました。加えて、メダカにおける胚発生と光細胞操作系の工夫を解説し、その様子を共焦点顕微鏡で観察しました。最後に、光変換型タンパク質の一細胞操作をコケ植物で実演し、生物学分野でよく用いられている画像解析ソフトImageJ/Fijiを用いて、得られたデータを解析する方法の解説と実習を行いました。

開催後のアンケート結果から、参加者の皆様に満足していただけたことが伺えました。次回以降の活動においても、相互の研究の実情や興味・関心を共有し、領域内の連携強化と分野融合研究の推進を図ります。

基礎生物学研究所のバイオイメーキング解析室のスタッフの皆様には、本会の準備と始末に多大なご協力をいただきました。また、本領域外から講師や世話人として、基礎生物学研究所の野中茂紀博士、藤森千加博士、餘家博博士をお招きし、光学や通信工学の分野の皆様にも分かりやすい講義や解説をいただきました。上記の皆様には深く御礼申し上げます。

第2回ワークショップ Webページ (<https://sites.google.com/nibb.ac.jp/sc2ndws>)



一般社団法人日本光学会Optics & Photonics Japan 2022におけるシンポジウム開催報告

世話人 的場修(神戸大学), 栗辻安浩(京都工芸繊維大学)

宇都宮市の栃木県総合文化センターで開催されたOPJ2022において,2022年11月16日に「コンピューショナル散乱透視イメージングの基礎から新技術まで」と題したシンポジウムを企画した。参加者は80名超と大盛況であった。シンポジウム開催の意図は、「光技術と計算機科学を融合させたコンピューショナルイメージングは,集積化や軽量化といった利点だけでなく,機械学習や圧縮センシングなどの信号処理を組み合わせることで従来の光学イメージングシステムのもつ性能,機能を超えることが期待できる。本シンポジウムでは散乱透視イメージングに焦点をあて,散乱により劣化した画像復元や散乱体中の光波デザインに関するコンピューショナルイメージングの基礎から応用までを最先端研究を行なっている研究者から講演して頂く。」である。

シンポジウムの構成は以下の通りである。

武田 光夫先生(宇都宮大学)散乱透視イメージングの基礎 (チュートリアル)

堀崎 遼一先生(東京大学)散乱コンピューショナルイメージング

水谷 康弘先生(大阪大学)シングルピクセルイメージングによる散乱透視イメージング

米田 成先生(神戸大学)オプティカルスキヤニングホログラフィによる散乱透視イメージング

深津 晋先生(東京大学)量子光時間領域イメージングと散乱透視

武田先生のチュートリアルでは波面情報を保持した不均質媒質と,波面情報のない散乱媒質に大別され,主として不均質媒質での散乱透視イメージングをわかりやすく解説して頂いた。堀崎先生からはブラインドデコンボリューションによる散乱透視イメージングやインコヒーレント位相共役などの話題が提供された。水谷先生からはシングルピクセルイメージングにおける散乱耐性について理論とシミュレーション結果が紹介された。米田先生からは空間光変調素子を用いて機械的動作のないスキヤニングを実現するスキヤニングホログラフィによる散乱透視イメージングが紹介された。シングルピクセルイメージングではパターン照明と,照明パターンと物体の内積に相当するエネルギー取得で画像を再生するため,エネルギー取得系での散乱の影響がない特徴を生かしている。深津先生からは量子もつれ光を用いた時間領域のゴーストイメージングの紹介があった。

散乱によって劣化した画像回復法としてさまざまなコンピューショナルイメージング技術が提案されており,シンポジウムとしてまとめて紹介して頂くことで各々の特徴や応用先を考えるのに良い機会となった。また,武田先生にチュートリアルをお願いし,散乱透視イメージング技術の基礎的な考え方や歴史的な研究の進展を紹介して頂いたので,門外漢の方にも概要を知ることができたと考えている。

日本光学会年次学術講演会Optics & Photonics Japan 2022 (OPJ2022) シンポジウム 「光の散乱・揺らぎ現象を克服・活用する新規イメージング研究」

宇都宮大学 玉田 洋介

2022年11月13日～16日に宇都宮大学陽東キャンパスおよび栃木県総合文化センター(栃木県宇都宮市)にて、日本光学会年次学術講演会Optics & Photonics Japan 2022 (OPJ2022) が開催されました。11月15日午前に、日本光学会フォトダイナミズム研究グループと本学術変革領域「散乱・揺らぎ場の包括的理解と透視の科学」との共催で、シンポジウム「光の散乱・揺らぎ現象を克服・活用する新規イメージング研究」を開催いたしました。本シンポジウムでは、光の散乱・揺らぎ現象を「悪玉」として克服する研究に加え、「善玉」として活用する研究を第一線で行われている研究者を招待し講演を行っていただくとともに、会場との議論を通じて、散乱・揺らぎ現象を統一的に克服・活用する新しいイメージング研究を確立する契機とすることを目的に行われました。領域からは、散乱・揺らぎ現象を主に「善玉」として活用する研究として、栗辻が「散乱体中を伝搬する光の動画像記録」、廣井が「動的散乱法の最前線」、藤井が「高濃度溶液における光散乱を伴い発生する光音響波モデリング」と題した講演を行いました。さらに、散乱・揺らぎ現象を主に「悪玉」として克服する研究として、渡邊が「ホログラフィーを用いた散乱や揺らぎ層背後の3Dイメージング」、太田が「散乱体透過条件下での超短パルス光の時間反転波面制御法の開発と応用に向けた展開」、服部が「自在補正面補償光学系による散乱性揺らぎの補正」と題した講演を行いました。玉田・渡邊が座長を務め、また玉田がオープニングトーク、栗辻がクロージングトークを行いました。領域外からは、日本光学会フォトダイナミズム研究グループ代表幹事の三浦 則明先生(北見工業大学)が世話人の一人を務めてくださいました。

参加者は75名を超え、講演後の質疑応答の時間には、散乱・揺らぎ現象の理解と活用、克服について、活発な議論がなされました。シンポジウム後の夕方には講演者・世話人・聴講者の有志が集まり、講演者でもある計画研究(早野)の服部 雅之 博士(国立天文台)を講師として迎え、宇都宮大学工学部生命分子光学研究室(玉田研究室)に設置された補償光学顕微鏡の見学会を行うとともに、さらに議論を深めました。

本シンポジウムにてご講演・ご参加くださった全てみなさまにお礼申し上げます。このシンポジウムが、散乱・揺らぎ現象の活用と克服に向けた異分野融合研究をさらに発展させる契機となりますことを心から願っております。

成果紹介

村上公募研究代表の論文が、The Astronomical Journal に掲載されました。

Kenta Yoneta, Naoshi Murakami, Hikaru Ichien, Seiji Sudoh, and Jun Nishikawa

Half-tone Wave Front Control: Numerical Simulation and Laboratory Demonstration

The Astronomical Journal, 163, 112 (2022)

<https://doi.org/10.3847/1538-3881/ac35e0>

太陽以外の恒星周囲の惑星（系外惑星）は、現代の天文学において重要な観測ターゲットのひとつとなっています。しかし、近傍の恒星が明るいいため、系外惑星の光を直接観測することは極めて困難です。例えば、地球に似た惑星を観測するためには、恒星光を 10^{-10} レベルに抑制する必要があります。恒星光抑制レベルをコントラスト、このような観測を高コントラスト観測と呼びます。恒星光のうち光学素子の面粗さによる波面収差に起因する恒星散乱光は、波面制御技術（ダークホール制御技術）によって抑制されます。恒星光が抑制された領域をダークホールと呼び、この領域において惑星の観測が可能となります。

ダークホール制御で達成されるコントラストは、波面制御デバイスの位相分解能に依存します。従来手法で 10^{-10} のコントラストを達成するためには、 $2\pi/10000$ の位相分解能が必要とされてきました。我々は、低い位相分解能で高いコントラストを達成するために、印刷で用いられるハーフトーン手法をダークホール制御に適用することを提案し、原理実証として数値シミュレーションと室内実験を行いました。

図 1 に、数値シミュレーションで得られた波面制御マップを示します。図 1(a)は、位相分解能に制限されていない理想的な制御マップです。図 1 (b)は従来手法での制御マップで、図 1 (a)と比較して位相分解能によって量子化誤差が生じてしまっています。図 1 (c)は、ハーフトーン手法を適用した制御マップです。図 1(b)の場合と等しい位相分解能ですが、図 1 (a)の場合により近い制御マップが得られていることがわかります。図 2 は室内実証実験で得られた恒星モデルの観測画像です。十字印は恒星の位置を示します。この実験では、制御デバイスの位相分解能を $2\pi/256$ に設定しました。(a)の従来手法では、ダークホール内に散乱光が残り、平均コントラストは 2.2×10^{-7} に制限されました。(b)のハーフトーン手法を適用した場合には、散乱光を除去し、平均コントラストを 6.0×10^{-8} に改善することに成功しました。今後は、より高いコントラストを実現し、将来の地球に似た惑星の発見に繋げていきたいと考えています。

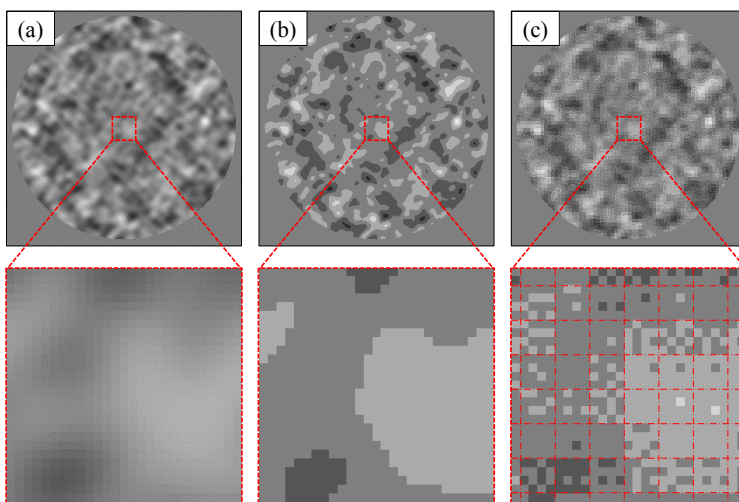


図 1 数値シミュレーションで得られた波面制御マップ。上段の赤線で囲まれた領域の拡大図を下段に示します。

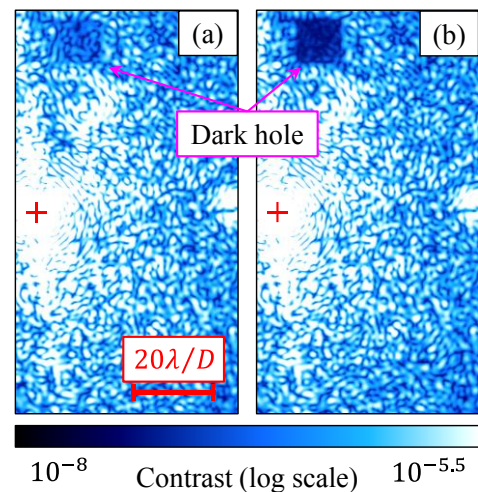


図 2 室内実証実験結果。 λ は観測波長、 D は望遠鏡の瞳直径、 λ/D は望遠鏡の空間分解能を表します。

成果紹介

早野計画研究の基礎となる論文が、*The Astrophysical Journal* 誌に掲載されました。

The Coherent Differential Imaging on Speckle Area Nulling (CDI-SAN) Method for High Contrast Imaging of Exoplanets under Speckle Variation

Jun Nishikawa

The Astrophysical Journal, 930, 163 (2022).

<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac5f44>

変動するスペックルに埋もれている系外惑星光を抽出する新しい干渉差分撮像法を提案し、ホトンノイズ限界に近いコントラストまでの到達可能性をシミュレーションで示しました。

地球型系外惑星の反射光スペクトルを直接観測し、バイオシグナチャーを探索することは、現代天文学の目標の一つとなっています。そのような系外惑星は、主星に対するコントラストが 10^{-8} ~ 10^{-10} であり、主星の光に埋もれて観測は容易ではありません。コロナグラフによって望遠鏡の回折光を消光し、補償光学の波面補正によってスペックルノイズを極力下げ、さらに残留するスペックルを後処理によって除去する必要があります。Speckle Area Nulling 法は(SAN:M. Oya, et al. *Opt. Rev.*, 22, 736-740 (2015).)、可変形鏡で5種類の変調波面を加算したときの5つの焦点画像強度(式(1))から対象領域のスペックル電場を求め、それが除去できるような修正波面を可変形鏡に印加してスペックルが除去された暗い領域(ダークホール)を生成するリアルタイムの波面制御法です。後処理法である干渉差分撮像法(CDI:Coherent Differential Imaging)の一種となる CDI-SAN法では、SAN法と同じ変調波面加算を残留スペックルの変化よりも高速に行いつつ、それと同期して焦点画像取得を長時間に渡って行い後処理に掛けます。焦点画像の単純積分値と差分二乗積分値を用いた式(2)により、低ホトンレート下でも積分値だけから惑星光が抽出可能となっています。また、シミュレーションによりホトンノイズ限界に近いコントラストまで到達可能であることが示されました(図)。

この論文は本法の可能性を示したのですが、現在、実証実験が進んでおり、実際の望遠鏡への適用も検討しています。

本研究の一部は、学術変革領域研究(A)(課題番号20H05893)、基盤研究(B)(課題番号19H01932)によって行われました。

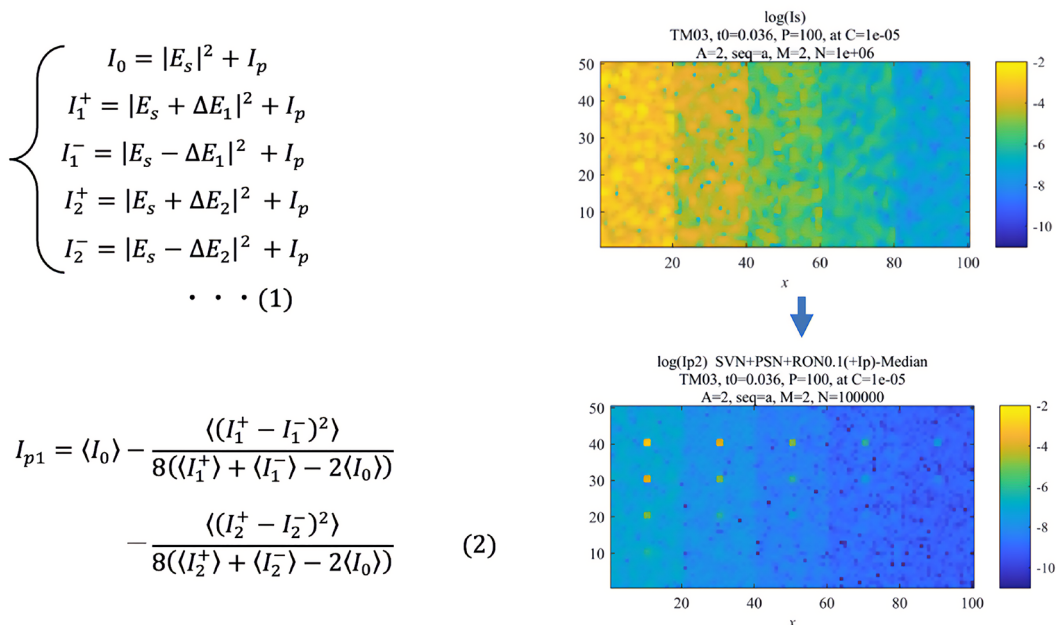


図 初期スペックルと10万回の画像取得後に処理して抽出された疑似惑星光

その他／今後の予定

第4回領域会議

日時:12月9日(金)13:00～12月11日(日)12:30

場所:浜名湖レークサイドプラザ

ウェブサイト:<https://www.h-lsp.com/>

顕微鏡実習OPT2022冬

(生物学共同研究拠点 基礎生物学研究所)

日時:12月19日(月)9:00～12月21日(水)17:00

場所:基礎生物学研究所 明大寺地区(愛知県岡崎市)

ウェブサイト:<https://sites.google.com/nibb.ac.jp/opt/home?authuser=0>

レーザー学会学術講演会年次大会

日時:1月18日(水)～1月20日(金)

場所:ウインクあいち

ウェブサイト:<https://confit.atlas.jp/guide/event/lcj43/top>

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)