**Nadrozdzielcze obrazowanie przez nieprzezroczyste warstwy**

Rozpraszanie światła jest tak powszechne wszędzie wokół nas, że nawet tego nie zauważamy. Biała farba, papier, skóra i chmury to przykłady silnie rozpraszających nieprzezroczystych mediów. Kiedy mówimy, że coś jest nieprzezroczyste, tj. nie możemy zobaczyć co jest po drugiej stronie, nie zdajemy sobie sprawy, że to nie do końca prawda. W serii przełomowych eksperymentów w grupach Lagendijka i Gigana pokazano, że można skupiać światło, a nawet przesyłać obrazy przez silnie rozpraszające media, takie jak cienka warstwa białej farby lub tkanka biologiczna. Oznacza to, że możemy patrzeć przez nieprzezroczysty ośrodek, jeśli potrafimy precyzyjnie kontrolować kształt fali światła, które wpada do ośrodka. Zastosowania tych technik obejmują bio-obrazowanie, mikroskopię i spektroskopię, materiałoznawstwo, telekomunikację i każdą inną dziedzinę, w której światło rozchodzi się przez ośrodek rozpraszający.

W ramach tego projektu badawczego opracowane zostaną nowe metody obrazowania poprzez media rozpraszające z wykorzystaniem korelacji fluorescencji. Osiągnięte zostanie obrazowanie nadrozdzielcze przez medium rozpraszające. Osiągnięcie tego celu rozszerzy zakres zastosowań mikroskopii nadrozdzielczej i poszerzy zestaw narzędzi do obrazowania w środkach rozpraszających.

Ciągły postęp w medycynie i naukach biologicznych sprawia, że możliwość obserwacji coraz mniejszych obiektów staje się kluczowa, np. przy badaniu struktury i wzajemnych relacji między białkami w komórkach. Aby uzyskane wyniki miały wartość z punktu widzenia biologii, badane próbki nie powinny odbiegać od struktur naturalnie występujących w organizmach biologicznych, co wyklucza stosowanie agresywnych procedur i odczynników. Ze względu na falowy charakter światła, standardowy mikroskop optyczny nie pozwala na obrazowanie obiektów mniejszych niż około 250 nanometrów, uniemożliwiając rozróżnienie obiektów znajdujących się bliżej siebie niż połowa długości fali światła (około 250 nm dla światła zielonego). Problem ten, zwany ograniczeniem dyfrakcyjnym, był główną trudnością w obserwacji najmniejszych struktur biologicznych. Mikroskopy elektronowe z kolei zapewniają znacznie lepszą rozdzielczość niż mikroskopy optyczne, ale nie nadają się do badania organizmów żywych, ze względu na niszczącą procedurę przygotowania próbek i samo obrazowanie, które przebiega w próżni. Tutaj szczególnie przydatna okazała się mikroskopia fluorescencyjna. Dwie Nagrody Nobla przyznane za powiązane badania – w 2008 i 2014 roku potwierdziły znaczenie nadrozdzielczej mikroskopii fluorescencyjnej. Niektóre metody, takie jak mikroskopia PALM, STORM czy STED, oferują rozdzielczość nawet stukrotnie przekraczającą ograniczenie dyfrakcyjne, pozwalającą na rozróżnienie obiektów znajdujących się zaledwie kilkanaście nanometrów od siebie. Niemniej, techniki te wymagają długich czasów ekspozycji i złożonej procedury przygotowania próbek biologicznych. Inne metody, takie jak mikroskopia SIM lub ISM, są łatwe w użyciu, ale oferują ograniczoną poprawę rozdzielczości. Techniki oparte na korelacjach światła fluorescencji, takie jak SOFI, są kompromisem pomiędzy prostotą użycia a rozdzielczością.