

相関法による光波の乱れの計測：太陽望遠鏡から生物顕微鏡へ

Measurement of wavefront perturbation by image correlation: from solar telescopes to biological microscopes

北見工大 °三浦 則明

Kitami Institute of Technology, °Noriaki Miura

E-mail: miuranr@mail.kitami-it.ac.jp

様々な媒質を通過する光波の乱れによって、観測される像が劣化してしまうことは普遍的に起こります。我々はそのような光波の位相乱れを補正する補償光学系(AO)の開発を行っています。AO とは、波面センサによって光波の位相乱れの形状を計測し、その乱れを打ち消すように可変形鏡の表面を変形させ、反射した光波の乱れを補正する技術です。我々は以前から太陽観測用の望遠鏡に設置する AO 装置を開発してきましたが、近年その成果を活かして生物顕微鏡用 AO の開発を始めました。両者には以下のような共通点および相違点があります。

<太陽望遠鏡>

- ・地球大気のゆらぎによって光波が乱れ、太陽表面の微細な構造の観測が阻害されます。
- ・昼間の観測であり、太陽が大きく広がった物体であるため、波面計測の参照光源となるような点光源がありません。夜の観測で使われるレーザー参照星も明るすぎて使えません。我々は、太陽表面の構造そのものを使って、画像相関によって波面計測する技術を開発しました。
- ・我々が使用している飛騨天文台のドームレス太陽望遠鏡は、口径 60cm、焦点距離 32m、F 値 53 の非常に暗い光学装置です（観測対象が明るいので・・・）。これを使って、遠くにある物体（天文学的にいうとすぐ近くなのですが）なので、天球上に張り付いた平面物体として観測します。

<生物顕微鏡>

- ・生物自身がつ複雑な構造によって光波が乱れ、生体内の微細な構造の観察が阻害されます。
- ・生物自身にはもちろん光源はありませんが、生組織そのものや蛍光ビーズにレーザーを照射し、そこからの蛍光を参照光源とする AO は様々提案されています。ただし、そのようなシステムでは生体にダメージを与えますので、長時間のライブイメージングに適用するには問題があります。そこで、生体の構造そのものを使って画像相関によって波面計測する技術が必要になります。
- ・生物顕微鏡では、水浸・油浸で 60x などの対物レンズを使って高倍率で観察することが多々あります。この場合には NA が 1 を超えることもあります。観察対象となる生体組織はもちろん 3 次元的な構造を持っていますので、装置の直近にある 3 次元物体として観察することになります。

講演では、両装置について解説すると共に観測結果も紹介します。