In situ 波面歪み測定とその補償

In situ wavefront measurement and its correction

理研光量子 [1]，理研脳神経科学 [2]，　○磯部 圭佑 [1]，並木 香奈 [2]，道川 貴章 [1,2]，河野 弘幸 [2]，
宮脇 敦史 [1,2]，緑川 克美 [1]

RIKEN RAP [1], RIKEN CBS[2],○Keisuke Isobe[1], Kana Namiki[2], Takayuki Michikawa[1,2],
Hiroyuki Kawano[2], Atsushi Miyawaki[2] and Katsumi Midorikawa[1]

E-mail: kisobe@riken.jp

多光子蛍光顕微鏡は，生体組織の深部イメージングなどに有用な手法として，生命現象の解明のために，広く用いられるようになっている．しかし，生体組織の屈折率分布は一様ではないため，深部イメージングでは，励起光の波面が歪むことによる空間分解能の劣化と信号強度の低下が問題となる．波面歪み量が既知であれば，波面を補償することは容易である．しかし，生体組織内部の焦点面における波面歪み量を測定することは，非常に困難である．試料内部で発生した蛍光や，試料内部で反射した励起光を用いて，干渉計やシャックハルトマン波面センサーによって，波面計測が行われる．しかし， 試料内部で測定光が散乱されると，背景光となり，波面計測が困難となる．また，測定したい位置に，蛍光分子や散乱体がなければ，蛍光や反射光が発生しないため，波面を測定できない．本講演では，これらの問題を解決するための技術を発表する．

提案手法では，測定したい試験光の一部を参照光として用いたビーム内干渉を用いて，干渉パターンを対物レンズの焦点面上に発生させる．この干渉パターンをカメラによって測定し，抽出した干渉成分をフーリエ変換すると，瞳面における波面が取得できる．しかし，試料内部にカメラを配置することはでいないので，プローブ光を走査して干渉パターンを読み出す．このとき，試験光とプローブ光の４光波混合過程によって発生する信号光を用いる．４光波混合過程は全ての分子で誘起可能なため，生体組織中の水などを用いればどこでも波面が計測できる．本手法を用いて波面歪み量を測定し，補償した結果を図１に示す．波面補償によって，マウス脳内の神経細胞がはっきりと可視化されていることがわかる．

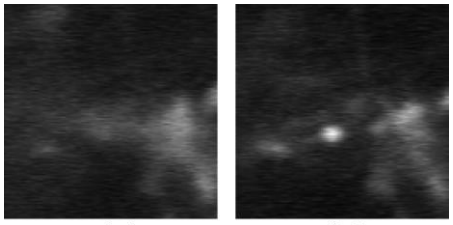


図１．波面補償前と補償後のマウス脳内神経細胞の２光子蛍光像.

謝辞

本研究は，科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業さきがけ（JPMJPR14F2），MEXT/JSPS KAKENHI Grant Number JP18H04750　“Resonance Bio”からの助成を受けて行われた．ここに深く感謝の意を表します.

© 2018年 応用物理学会