

空間光位相変調器を用いた収差補正による生体組織深部の微細構造の可視化

(北大院情報¹・北大電子研²・生理研³・生命創成探究センター⁴・総研大生理科学⁵・東北大多元研⁶・ルーヴァン大⁷) ○山口 和志^{1,2,3}・大友 康平^{1,2,3,4,5}・小澤 祐市⁶・堤元佐^{2,3,4}・猪瀬 朋子^{1,2}・平井 健二^{1,2}・佐藤 俊一⁶・根本 知己^{1,2,3,4,5}・雲林院 宏^{1,2,7}
 Visualization of submicron structures within deeper layers of biological tissues utilizing spatial light modulator (¹Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University, ²Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University, ³National Institute for Physiological Sciences, National Institutes of Natural Sciences, ⁴Exploratory Research Center on Life and Living Systems, National Institutes of Natural Sciences, ⁵Department of Physiological Sciences, The Graduate School for Advanced Study, ⁶Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, ⁷KU Leuven, Department of Chemistry) ○Kazushi Yamaguchi^{1,2,3}, Kohei Otomo^{1,2,3,4,5}, Yuichi Kozawa⁶, Motosuke Tsutsumi^{2,3,4}, Tomoko Inose^{1,2}, Kenji Hirai^{1,2}, Shunichi Sato⁶, Tomomi Nemoto^{1,2,3,4,5}, Hiroshi Uji-i^{1,2,7}

We developed an adaptive optical two-photon microscopy (AO-TPM) utilizing a spatial light modulator (SLM). For correcting optical aberrations caused by refractive index interfaces at specimen's surfaces, spatial phase distributions of the incident excitation light were calculated using 3D-coordination of refractive index interfaces. We applied a calculated 2D phase-shift distribution to a SLM and improved the fluorescence image contrast, resulting in successful visualization of synaptic structures in deep regions of living mouse brains with a curved surface. The AO approach is useful for observing dynamic physiological activities in deep regions of various living specimens with curved surfaces.

Keywords : Adaptive Optics; Two-photon microscopy; in vivo imaging; Live cell imaging

組織機能の理解には、三次元的に分布する細胞の形態と生理活性の非侵襲的な計測が必須だが、組織の複雑な表面形状に起因した収差の影響で光学的な計測は困難だった。本研究では、組織深部の高解像蛍光観察のために、励起光学系に空間光位相変調器 SLM を導入した 2 光子顕微鏡を開発した。細胞形態観察を妨げる収差を補償するために、生体組織の 3 次元表面形状を実測し、組織で生じる励起光の集光時の位相乱れを算出した。これに基づいた位相補償分布を SLM で励起光に与えることで、マウス生体脳深部の微細な樹状突起棘構造を可視化した (図 1)。本手法は、複雑な表面形状を持つ生物組織の深部における細胞形態や生理活性の解析に貢献することが期待される。

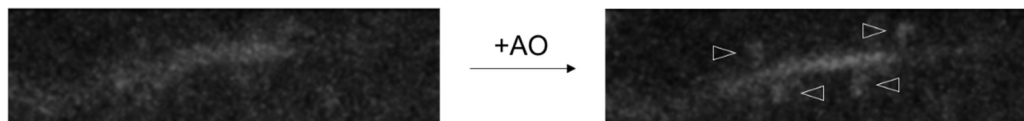


図 1 補償光学技術の適用によるマウス生体脳深部の樹状突起スパインの可視化

1) K. Yamaguchi, K. Otomo, Y. Kozawa, M. Tsutsumi, T. Inose, K. Hirai, S. Sato, T. Nemoto, H. Uji-I, *ACS Omega*, Vol. 6 (1), pp. 438-447, 2021