

メタマテリアルレンズアレーを実装した超解像光学顕微鏡

Super-resolution optical microscope incorporating metamaterial-lens array

物質・材料研究機構

○岩長祐伸

NIMS

○M. Iwanaga

E-mail: iwanaga.masanobu@nims.go.jp

超解像顕微鏡技術は蛍光タンパク質により染色した対象の観察技術がこの 20 年間で大きく発展し、現在興隆を極めている [1]。一方で、染色技術に依らない汎用的な超解像顕微鏡技術は複数あるものの、いずれもまだ発展の余地を大きく残している。

メタマテリアルを用いることで超解像な光学像転送が可能となることは理論および数値計算から示唆され [2, 3]、それを実証する報告も行われてきた [4, 5]。しかしながら、通常の光学顕微鏡のように対象を超解像で観察できるかどうかは示されたことがなく、また空間分解能としてどれくらいの性能が可能となるかも不明であった。

今回、対象のその場・非処理の条件下で超解像観察を可能にすることを目的として、メタマテリアルレンズアレーを作製し、通常の光学顕微鏡に実装した。その結果、光学超解像を得ることに成功したので報告する。図 1 は今回の超解像光学系の概念配置図を示している。可視光（波長 $\lambda = 405$ nm）照射下で、 $\lambda/5$ より小さいナノ構造の直接観察に成功した。顕微光学系としての拡大率から、空間分

解能は 35 nm 以下に達することも明らかにした [6]。

今回作製した金属・絶縁体の層状構造からなるメタマテリアルは銀と二酸化ケイ素という、広く使用され、入手が容易な材料のみからなるが、動作波長域を可視光域にできるという特長もある。フォトニックブロッホ状態の解析をもとに、さらに動作波長域を長波長にする可能性も検討したので、講演で述べる予定である。

謝辞 この研究は JST さきがけから支援を受けました。大規模数値計算は HPCI システム研究プロジェクト (ID: hp140068) を通して東北大学サイバーサイエンスセンターにおいて実施しました。

- [1] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2014/
- [2] A. Salandrino and N. Engheta, Phys. Rev. B **74**, 075103 (2006).
- [3] Z. Jacob, L. V. Alekseyev, and E. Narimanov, Opt. Express **14**, 8247 (2006).
- [4] Z. Liu *et al.*, Science **315**, 1686 (2007).
- [5] J. Rho *et al.*, Nat. Commun. **1**, 143 (2010).
- [6] M. Iwanaga, Appl. Phys. Lett. **105**, 053112 (2014).

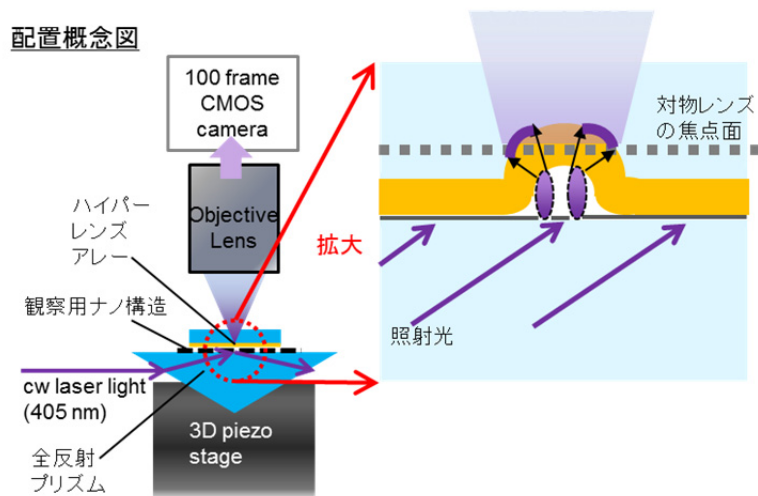


Figure 1. Schematic of super-resolution optical microscope incorporating metamaterial-lens array.