



東北大学

平成 20 年 4 月 17 日

報道機関 各位

東北大学多元物質科学研究所

X 線用の高精細・非球面ミラー光学系を開発
～生きた細胞内部のハイビジョンビデオ観察の実現に前進～

(説明)

多元物質科学研究所の豊田光紀助教は、X線を用いて、生きた生体細胞の内部を 30nm の解像度でハイビジョン観察できる、全く新しい非球面ミラー光学系を独自考案の新設計手法で発見し、原理検証に成功した。

近年のバイオテクノロジーの進歩に伴って、ミトコンドリアに代表される 100nm 程度の大きさを持つ生体細胞の内器官で生じる生命の営みを、高い解像度でリアルタイムにビデオ撮影できる生体顕微鏡が求められている。X線を光源に用いた軟X線顕微鏡では、天体望遠鏡と同様な反射（ミラー）光学系を用いてX線を集めることで、通常の光学顕微鏡と比べ 20 倍以上の高解像度で生体細胞を観察することが理論的に可能である。しかし、従来の球面ミラーを組み合わせた軟X線顕微鏡では、ミラーの位置の僅かなずれで生じる収差（像のボケ）により解像度が理論値より大幅に劣化するという問題があり、実用化の大きな妨げとなっていた。豊田助教らの研究グループは、球面ミラーの形を僅かに変形した非球面ミラーを組み合わせ、顕微鏡を構成することで、ミラーや試料の位置ズレで生じる収差（像のボケ）の影響を従来の 1/20 以下に大幅に低減することに成功した。

この新しい非球面顕微鏡は、ただ 2 枚の凹面ミラーを「合わせ鏡」のように組み合わせた簡単な構成(次頁参照)ながら、温度変化や振動などの外乱に強く、波長 13nm の軟X線を観察光に用いた場合、解像度 30nm で 1000 万画素を超える、広視野で高精細なハイビジョン動画が撮影可能な結像特性を有する。今回、光学系の特性を、可視光を用いて検証できた。なお、次頁の実験装置は、技術室の支援で所内開発した。今後、軟X線での実用化を目指す。

(概要説明)

1. 生きた生体細胞の内部を 30nm の解像度でハイビジョン観察できる、全く新しい非球面ミラー光学系を発明した。
2. 光学系は、ただ 2 枚の凹面ミラーを「合わせ鏡」のように組み合わせた簡単な構成で、赤外線から軟X線にわたる広い波長域で動作する。

3. 非球面ミラーを組み合わせ、光学系を構成することで、ミラーや試料の位置ズレで生じる収差(像のボケ)の影響を従来の 1/20 以下に大幅に低減することに成功した。これにより、軟X線を光源とする、生きた生体細胞の内部の高精細ビデオ観察への道が開かれた。
4. 今回は、上述の「合わせ鏡」非球面光学系の持つ、「高精細」・「温度変化による外乱に強い」等の優れた結像性能を、可視光を用いた実験により、原理的に検証した。

(用語説明)

1. 軟X線

軟X線とは、紫外線とX線の中間の波長を持ち、次世代の半導体リソグラフィーに用いられるなど、現在精力的に研究開発が進んでいる波長領域である。極端紫外線(EUV)と呼ばれることもある。特徴として、可視光を用いる光学顕微鏡は、200nm の構造を判別することが限界であったが、軟X線を用いれば、10nm の高い解像度で試料の微細構造を見分けることができる。また、高分解能顕微鏡の代表である電子顕微鏡と比べ、生体試料での前処理の必要がなく、生きたままの状態で観察することができる。

(お問い合わせ先)

東北大学多元物質科学研究所

担当者： 広報情報室長 教授 村松淳司

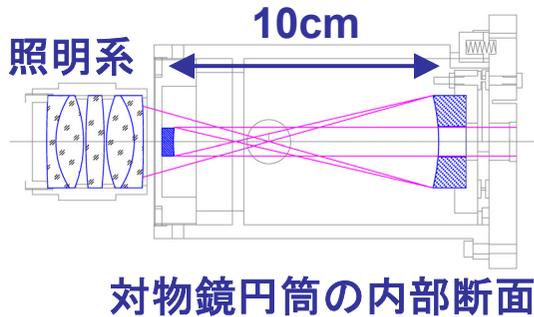
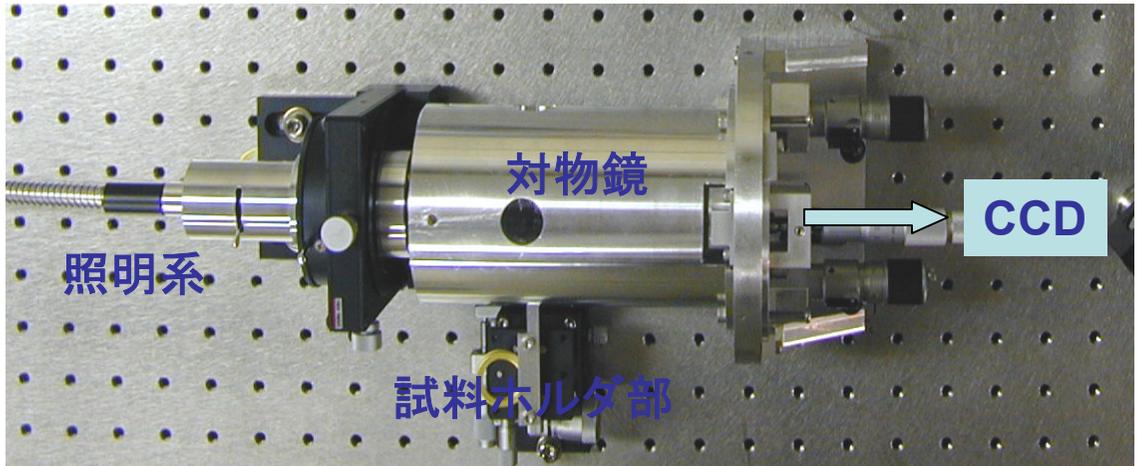
mura@tagen.tohoku.ac.jp

Tel : (022)217-5163

新発明の“合わせ鏡”式顕微鏡

波長440nmの青い光で回折限界結像を確認した。さらに解像度40倍の波長13nmの軟X線でも実用化を目指す。

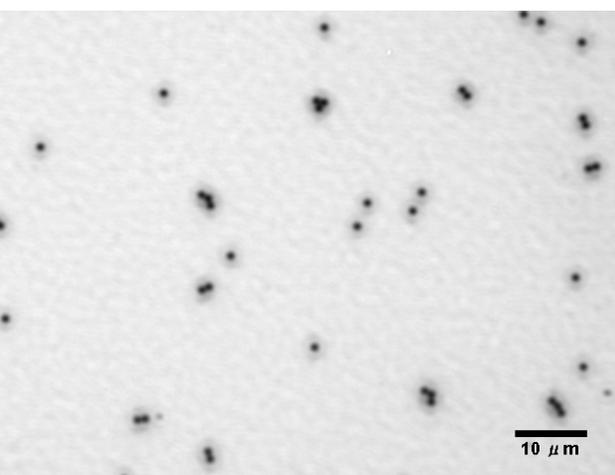
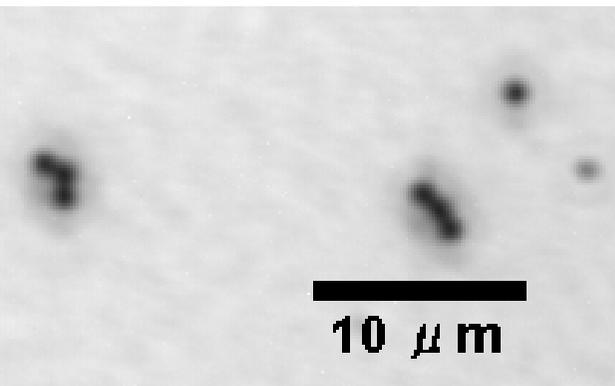
多元物質科学研究所 特別推進研究グループ
http://www.tagen.tohoku.ac.jp/labo/m_yamamoto/indexTok.htm



非球面对物鏡の仕様
倍率+50倍, 開口数 0.25
波面収差 7 nm rms
波長 赤外～軟X線領域

観察例

ポリスチレン球 直径1 μm



体長1mmのショウジョウバエの羽の毛
(磯野邦夫先生提供)

