

## Quasi-Bessel ビームと環状ピクセルディテクタを用いた STEM 位相再生法の開発

STEM phase imaging technique by using quasi-Bessel beam and annularly arrayed pixel detector

○川崎 忠寛<sup>1, 2, 3</sup>, 石田 高史<sup>2, 3</sup>, 児玉 哲司<sup>4</sup>, 松谷 貴臣<sup>5</sup>, 丹司 敬義<sup>2, 3</sup>, 生田 孝<sup>6</sup>

(JFCC<sup>1</sup>, 名大 IMASS<sup>2</sup>, GREEN<sup>3</sup>, 名城大学<sup>4</sup>, 近畿大学<sup>5</sup>, 大阪電気通信大学<sup>6</sup>)

°Tadahiro Kawasaki<sup>1, 2, 3</sup>, Takafumi Ishida<sup>2, 3</sup>, Tetsuji Kodama<sup>4</sup>,  
Takaomi Matsutani<sup>5</sup>, Takayoshi Tanji<sup>2, 3</sup>, Takashi Ikuta<sup>6</sup>

JFCC<sup>1</sup>, IMASS, Nagoya Univ.<sup>2</sup>, GREEN<sup>3</sup>, Meijo Univ.<sup>4</sup>, Kinki Univ.<sup>5</sup>, Osaka Electro-Communication Univ.<sup>6</sup>

E-mail: t\_kawasaki@jfcc.or.jp

電子顕微鏡において、原子カラム配列や電磁界分布などの試料の構造情報を直接得るためには、“位相像”を再生する必要がある。我々のグループでは、走査型透過電子顕微鏡 (STEM) で位相像を得ることが可能な手法として、円環状に多数の検出器を配置したピクセルディテクタを用いて、多数枚の STEM 像から画像処理で位相再生する方法を開発している[1,2]。この方法の特長は、円環絞りをを用いて形成する quasi-Bessel ビームを利用することで①焦点深度を拡大し、かつ②多波干渉で生じる偽像 (非線形結像成分) を低減する、という 2つの効果を付与している点である。これらにより、比較的厚い試料においても構造像を得ることが可能となる。

図 1 は、200kV の電子顕微鏡で再生した位相像のシミュレーション結果である。モデル試料は SrTiO<sub>3</sub>[100]で、結晶厚さを 3~15nm で変化させた。(a)は提案した STEM 位相法で、(b)は従来の TEM 法で再生した位相像をそれぞれ示す。(b)では各原子カラムの明暗コントラストが厚さによって変化しており構造像が得られているのは 3nm 厚に限られる。一方、(a)ではコントラスト反転はなく、15nm まで構造を直接反映した像が得られていることが分かる。これは上述した quasi-Bessel ビームの効果であり、本開発手法は厚い結晶の解析に有効であると言える。

[1] T. Ishida et al., *Microscopy*, **64** (2015) 69-76

[2] T. Ishida et al., *Microscopy*, **64** (2015) 121-128

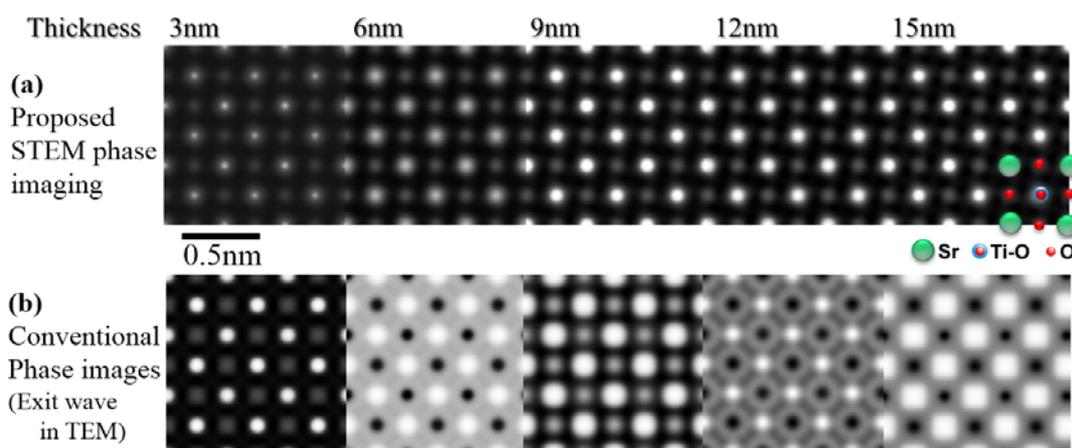


図 1. シミュレーションで得られた SrTiO<sub>3</sub>[100]像。(a)本手法、(b)従来の TEM 法でそれぞれ再生した位相像の結晶厚さ依存性を示す。