

## 強度輸送方程式による長周期位相情報の取得

### Low Frequency Information Acquisition by Transport of Intensity Equations

○三石和貴<sup>1</sup>、雷 丹<sup>1</sup>、下条雅幸<sup>2</sup>、竹口雅樹<sup>1</sup> (1. 物材機構、2. 芝工大)

°Kauztaka Mitsuishi<sup>1</sup>, Dan Lei<sup>1</sup>, Masayuki Shimojo<sup>2</sup>, Masaki Takeguchi<sup>1</sup>

(1. NIMS, 2. Shibaura Inst. Tech.)

E-mail: [Mitsuishi.Kazutaka@nims.go.jp](mailto:Mitsuishi.Kazutaka@nims.go.jp)

試料中の磁場や電位の情報は、材料の特性を議論する上で大変重要な情報である。これらの計測には電子線ホログラフィーが用いられているが、バイプリズムの配置や、真空領域が必要であることなど、試料によって上手く適用出来ない場合も多い。強度輸送方程式 (Transport of Intensity Equation (TIE)) は、像のフォーカス変化による像の強度分布の変化から、電子線の位相を回復する手法であり、像のみから位相情報の取得が可能である点や、真空領域を必要としないなど、特にその場観察に有効であると期待される (1,2)。しかしながら、TIE の電子顕微鏡への応用は画像全体に渡るような比較的長周期の位相情報の取得には用いられていない。これは、TIE を解く際に、逆空間での波数での割り算を行うため低周波成分へのノイズの影響が大きく、低周波の情報を取得することが難しいためと、画像の境界で位相が不連続な系ではアーティファクトが出るためである。本研究では、特に界面などの電位分布計測への応用を念頭に、強度輸送方程式による長周期位相情報の取得について研究を行った。

強度輸送方程式の解法には複数あるが、Nugent らは微分方程式の積分を逆空間での波数の割り算として行う手法を提案し、広く用いられている。しかしながら像の視野中で磁場や電位の場が傾斜し、それが像の外部まで染み出しているような状況では使用することが出来ない。

本研究では、位相の傾きの視野外への染み出しが1次元の場合において、式の入力となる画像の微分をその方向に積分することで、視野内での位相の傾きを見積もり、補正することを試みた。図は視野内で位相が傾いている系をモデルケースとし、TIE の通常の解法による結果と、画像端で補正をし位相を計算した結果である。通常の TIE では入力位相の不連続のため視野全体で位相がカーブしているが、補正後は傾きと値を正しく再現出来ている事が判る。

1) K. A. Nugent et.al., Phys. Rev. A61 (2000) 063614.

2) K. Ishizuka, Microscopy Today (2005)22-24.

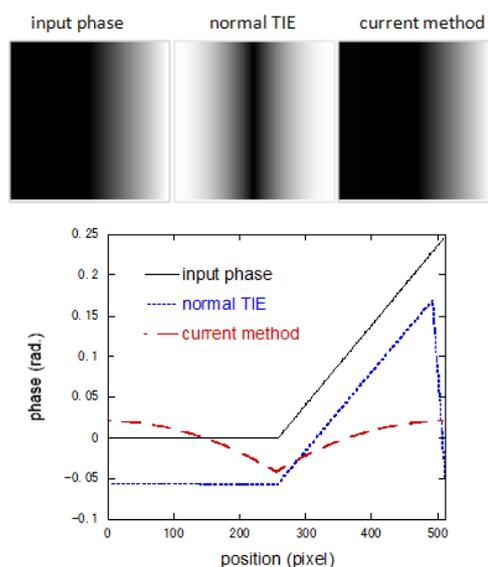


FIG Simulated solutions of TIE for the case of input phase slope extend outside the field of view. (upper panels) 2D image (lower panels : line profiles)