

X線 Talbot 干渉計におけるビジビリティコントラストを利用した 微小構造の定量解析の可能性

矢代航、河端克幸、百生敦 東大新領域
照井勇輝 東大工

X線 Talbot 干渉計はセットアップが簡単で、広いバンド幅の球面波によっても機能し、さらに大面積の位相イメージングが可能であることから近年注目を集めてきた[1]。X線 Talbot 干渉計は、試料、二枚の透過型回折格子(位相格子および吸収格子)、検出器によって構成される。二枚目の回折格子を周期の数分の一(例えば五分の一)のステップずつ周期方向にスキャンすることにより、複数枚のモアレ画像を撮影し、適当な演算によって試料の吸収像および微分位相像を同時に取得することができる。さらに同じモアレ画像のセットから第三のコントラスト画像(ビジビリティコントラスト)を得ることができる[2]。最近この第三のコントラスト画像が、これまで描出できなかった部位の描出を可能とするものとして、医学、生物学から物質科学にわたる幅広い分野で高い関心を集めている。ビジビリティコントラストの形成には、吸収像、微分位相像では描出できない微小な構造による小角散乱が関係していることが示唆されている[2]。しかしながらその起源については必ずしも明らかになっていない。我々は微小な構造による波面の空間的な乱れによってビジビリティの減少(デコヒーレンス)を定式化し、さらに波面の乱れと微小構造の構造パラメータ(粒子サイズおよび形状)を関係づけられることを示した。これによりビジビリティコントラストから構造パラメータを画像情報として定量的に引き出せる可能性が示された。実験は BL14C において行った。球径の異なる微小球(ポリメチルメタクリレート架橋体)をグリセリン中に分散させた試料、メラミンスポンジ、CRスポンジについて、ビジビリティ比の Talbot 次数依存性を測定した。我々が求めた一般式により最小二乗フィッティングを行った結果、すべての場合についてよくフィッティングできることが分かった。フィッティングの結果求めた相関長と Hurst 指数は、それぞれ平均的な構造サイズ(粒子サイズ)および粒子の形状をよく反映したものであった。この方法を利用すれば、将来的には粒子サイズや粒子形状の二次元あるいは三次元分布が定量的に可視化できると期待される。

本研究は JST-SENTAN により行われた。

[1] 例えば A. Momose, W. Yashiro, and Y. Takeda, “X-ray Phase Imaging with Talbot Interferometry”, in *Biomedical Mathematics: Promising Directions in Imaging, Therapy Planning and Inverse Problems*, edited by Y. Censor, M. Jiang, and G. Wang (Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin, USA, 2009).

[2] F. Pfeiffer *et al.*, *Nature Mat.* 7 (2008) 134.