

X線ペンデル縞の異常時間振動の観測 III

Observation of Strange Temporal Oscillation of X-ray Pendellösung Interference Fringes III

吉村 順一, 平野馨一 KEK 物構研

筆者らはこの数年来X線ペンデルレーシング干渉縞（ペンデル縞）の異常な時間振動の観測を報告して来た。観測はX線 CCD カメラ（Photonic Science Ltd., XFDD 11mm, pixel size $6.45 \mu\text{m}$ ）を使った放射光回折実験（KEK-PF, BL15C）による。シリコン楔形結晶の、波長 0.081nm , 220 反射によるペンデル縞回折像（縞間隔 0.345mm ）を CCD カメラで連続撮影し（12bit モード）、その縞時間振動を観測してきた。この縞振動の観測についてはノイズ（光子統計変動）の問題が指摘されていたが、それはひとまず脇において、現象の概要を把握するための観測・解析を先行させて来た。そして1年程前から、それまでに得た実験解析結果の足元を固めとしてノイズ問題の検討に着手したが、作業に入るにつれて、それが観測の根底に関わる重い問題であることを知るに到った。作業は現在も続いているが、少しずつ前に進んでいる。当日はこのようなノイズ解析の結果を中心に報告する。

ノイズレベルの評価は、データ画像（試料回折像）と同じ条件（ビニング、露光時間、連続撮影像数、等）で CCD 撮影し、同じ条件で画像測定（強度スキャン）した入射強度像（コリメーター結晶回折像）の強度時間変動の標準偏差（ σ ）を算出することにより行っている。この場合にも画像点により標準偏差値はばらつくが、スキャン線上の全画像点で平均した値はほとんどばらつかない。10 個のスキャン線の結果でとった平均値のばらつきは ± 0.274 [95 %確度] であった。図1は、データ画像について同様に強度スキャンで測定した強度変動の標準偏差値 σ を、ノイズ $\bar{\sigma}$ と比較している（ビニング 1×1 , 露光 $4.0''$ の場合）。画像の σ を測定するにあたっては、これまでは [1] 縞に垂直となる方向にスキャンしてその平均の画像強度と標準偏差を求めて来たが、縞模様の山と谷を含む大きな強度変化のある線上で平均をとるのはその値の妥当性に問題があった。そこで、しばらく前から縞に平行にスキャンして画像強度と標準偏差（スキャン線上 516 画像点の平均）をとるようにしたところ図1のような結果になった。全体としてこれまでの垂直スキャンの場合 [1] より σ 値が大きく出るようになった。これがより正しい結果である。グラフ右上の多くのデータ点は、ノイズ

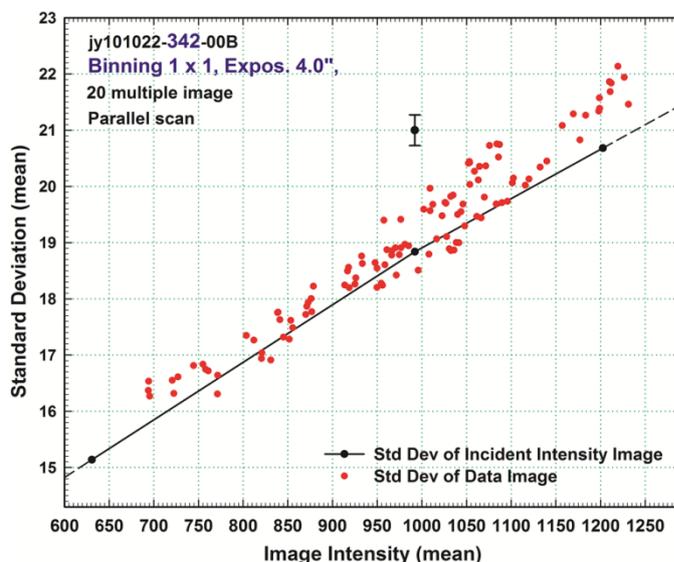


図1. ペンデル縞回折像の時間強度変動の標準偏差プロット

線から見てエラーバーの高さ 0.55 を越える位置にあるが、それはその統計確度 (95 %) で、ノイズを越える真性の画像強度変動が起きていることを示す、と理解される。しかし全体的には、まだ過半のデータ点はノイズからエラーバー以内にあるか、それより低い位置に分布している。全体がノイズレベルを優に越えると言う状況にはなっていない。結論するのは早いですが、この結果は画像強度がいまのレベル (~ 1100) ではまだ不十分であるためか？と思われる。

[1] 吉村順一, 平野馨一: 第 25 回日本放射光学会年会 (2012), 9P072.