1 モデル関数によるフィッティング

1.1 放射光

アンジュレータ放射光の振幅は放射角の関数として以下のように計算できることが知られている。また放射光の位相は球面波を仮定する。

1.2 Fresnel diffraction

放射光がスリットを通過すると回折を受け、特徴的な縞模様が現れる。回折現象は以下のレイリーゾンマーフェルト積分によって厳密に計算することができる

$$\mathrm{U(P)} = \frac{1}{4\pi}\int_S \cos(ns)\mathrm{U}(S)\frac{\exp(iks)}{s}\left(ik-\frac{1}{s}\right) - U(S)\frac{\exp(iks)}{s}\left(ik-\frac{1}{r}\right)\cos(nr)dS \quad (1)$$

近似① $k \gg 1/r$, $k \gg 1/s$ 近似② $\cos(nr) \sim 1$,$\cos(ns) \sim 1$ 近似③ 領域 S において $r(S) = z = \mathrm{const.}$,$s(S) = s_0 = \mathrm{const.}$ により式 (1) は

$$\mathrm{U}(P) = -\frac{i}{2\lambda rs}\int_S U(S)\exp ik(r+s)dS \quad (2)$$

$$\mathrm{U}(P) = -\frac{i}{2\lambda rs}\int_S U(S)\exp ikrdS \quad (3)$$

このような回折現象は伝搬距離によっては近似計算できることが知られている。以下では積分領域 S 上の座標を x, y、観測点 P の座標を x_0, y_0 と表記する。

$$r = \sqrt{z^2+(x-x_0)^2+(y-y_0)^2} \quad (4)$$

$$= z + \frac{1}{2}\frac{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2}{z} - \frac{1}{8}\frac{\left[(x-x_0)^2+(y-y_0)^2\right]^2}{z^3} + \dots \quad (5)$$

$\left[(x-x_0)^2+(y-y_0)^2\right]^2 \ll z^3$ が成立するなら

$$\mathrm{U}(x_0,y_0) \sim -\frac{i}{2\lambda z s_0}\int (U)(x,y)\exp\left(ik\left\{z+\frac{1}{2}\frac{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2}{z}\right\}\right) \quad (6)$$

1.2.1 数値計算上の計算手法

数値計算を実行する上では数値積分の手法では、伝搬後の N 次元の配列が伝搬前の N 次元配列全ての積分を用いて計算されるため計算量は N^2 となる。このような計算コストの高い計算を避けるために、高速フーリエ変換を用いた計算が一般に用いられている。式 (2) を再度 x, y, x_0, y_0 で書き直すと

$$\mathrm{U}(x_0,y_0) \sim \frac{1}{2i\lambda zs}\int_S \mathrm{U}(x,y)\exp\left(ik\sqrt{z^2+(x-x_0)^2+(y-y_0)^2}\right)dxdy \quad (7)$$

これはカーネル関数 $f(x, y) = \sqrt{z^2 + x^2 + y^2}$ であるような畳み込みの形で書ける

$$U(x_0, y_0) \sim (\mathrm{U} * f)(x, y) \tag{8}$$

畳み込みは

1.3 grating

1.4 lens formulation

1.5 parameters

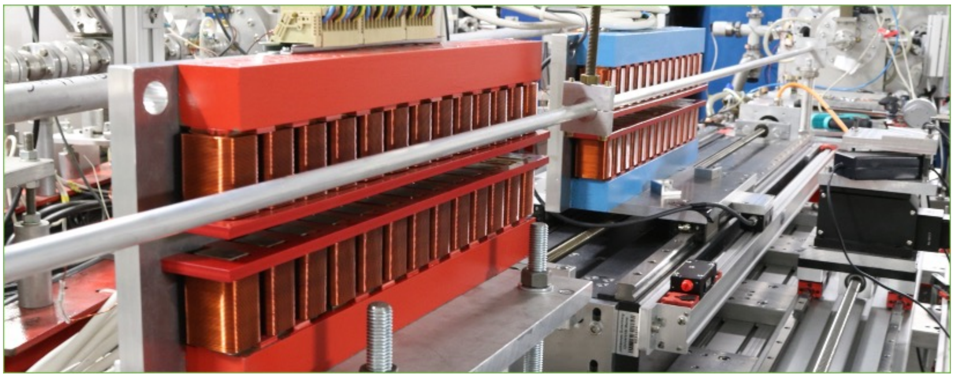

図１　サンプルの図

- a

1. b

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{3}\right) + \{1\}\Sigma \tag{9}$$