

屈折コントラストイメージング法による材料評価の試み

米山 明男、隅谷 和嗣¹、岡島 敏浩¹、上田 和浩、平井 康晴¹
(株) 日立製作所基礎研究所、¹九州シンクロトン光研究センター

屈折コントラストイメージング法 (DEI: Diffraction Enhanced Imaging) は、X線がサンプルを透過する際に生じた屈折角を像のコントラストとするイメージング法であり、従来の吸収型のイメージング法に比べて高感度に有機材料や生体試料等を観察することができる。本研究では、上記イメージング法により有機材料を観察し、材料評価への適用可能性について検討を行った。

観察は、Si (220) の非対称結晶、アナライザー結晶、及びX線画像検出器から構成されたイメージングシステムを用いて行った。サンプルにはアクリル製の発泡材料を使用した。X線のエネルギーは 13.75 keV、総測定時間は4時間である。本測定により得られた発泡材料の三次元像を図1に示す。内部の構造を高感度に可視化できており、材料評価に十分利用可能であることがわかった。

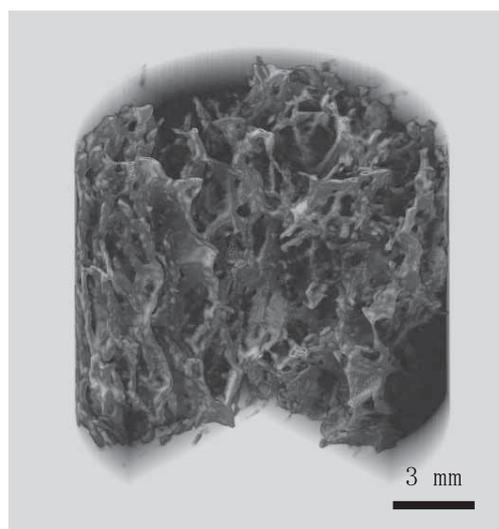


図1 発泡材料の三次元像。手前1/4を数値処理により透明化。

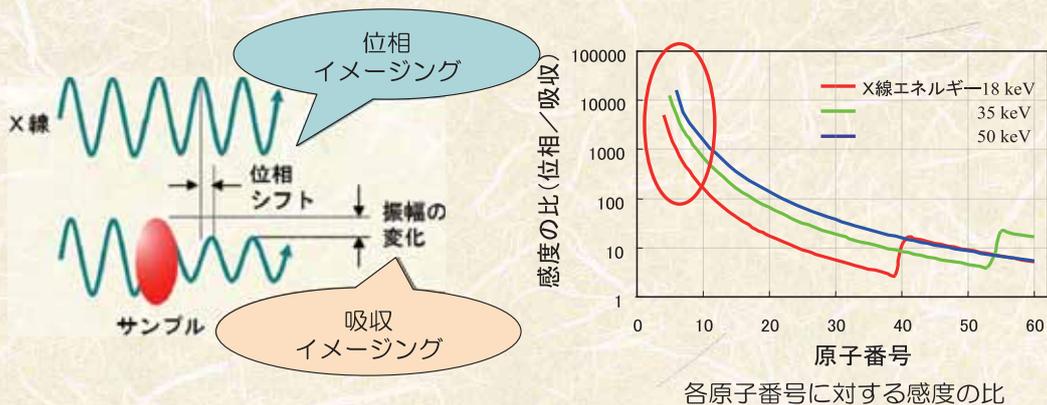
屈折コントラストイメージング法による 材料評価の試み

米山 明男、隅谷 和嗣¹、岡島 敏浩¹、
上田 和浩、平井 康晴¹

(株)日立製作所基礎研究所、
¹九州シンクロトロン光研究センター



屈折（位相）コントラストイメージング法の原理 I



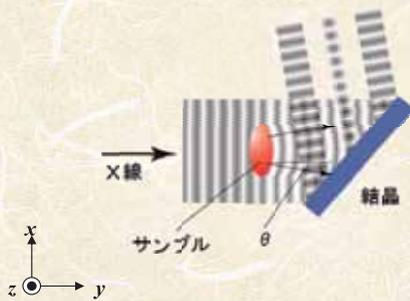
吸収イメージングより軽元素に対して1000倍**高感度**
→有機材料や生体を**高感度**に観察可能！



屈折（位相）コントラストイメージング法の原理Ⅱ



屈折コントラスト法 (Diffraction Enhanced Imaging: DEI)



サンプルによる屈折角 θ から、
位相シフト p を求める

$$p(x, z) = \frac{2\pi}{\lambda} \int \theta_x(x, z) dx$$

p : サンプルによる位相シフト
(\propto サンプル密度)
 θ : X線の屈折角 θ

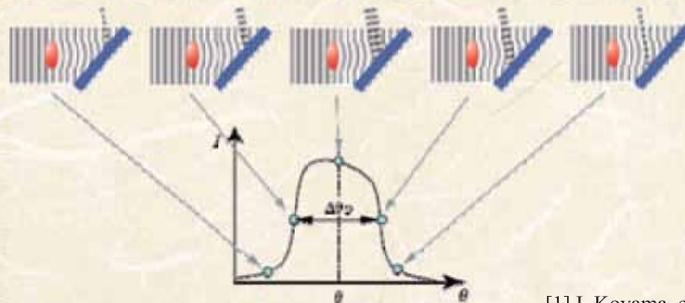


屈折角 θ の定量的な検出方法 — 単結晶のブラッグ回折を利用 —

1. ブラッグ角 θ_B 近傍の各角度 θ_n で回折された像 $I_n(\theta_n)$ を取得。
2. 像内の各点 (x, z) において、回折の中心角度 θ を

$$\theta(x, z) = \frac{\sum_n \theta_n I_n(\theta_n, x, z)}{\sum_n I_n(\theta_n, x, z)}$$

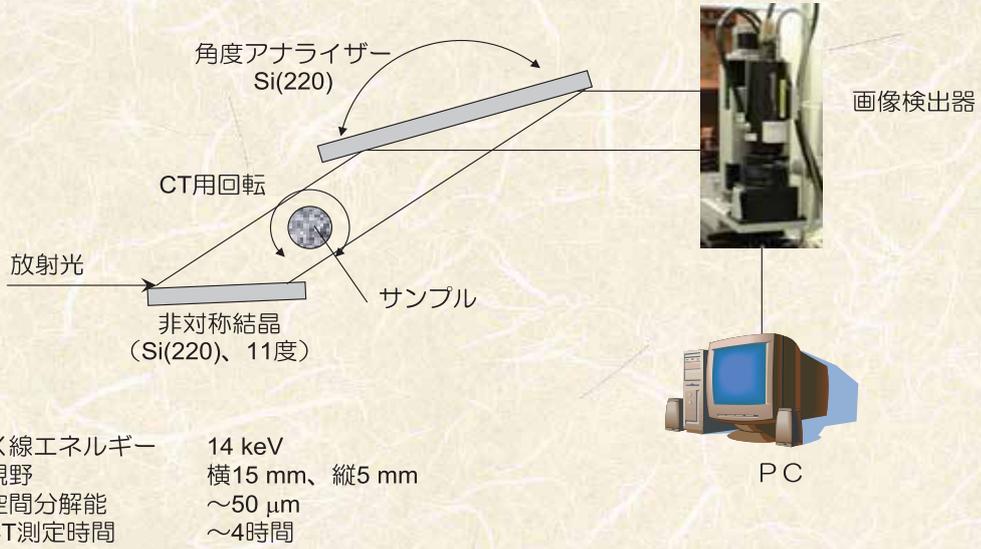
より算出[1]。



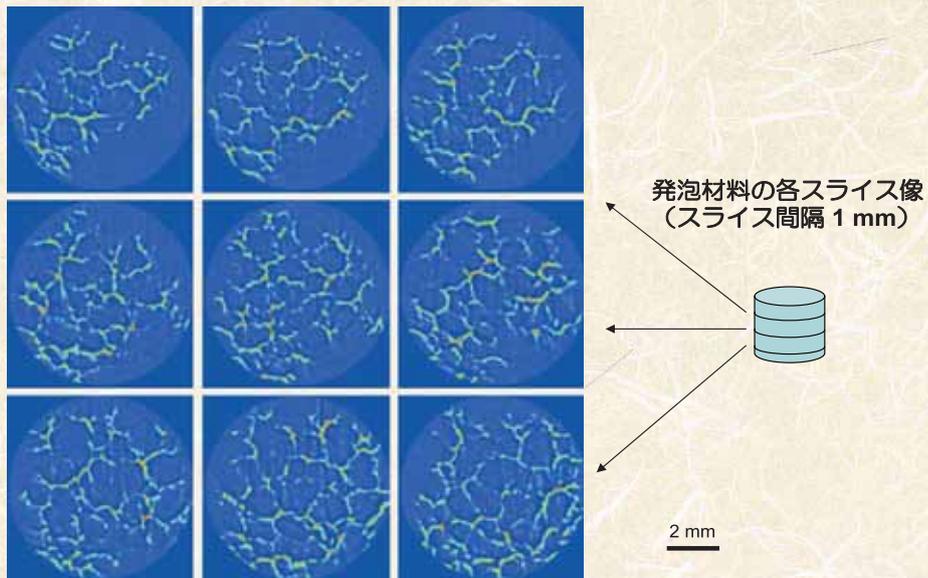
[1] I. Koyama, et al., JJAP 44, 8219(2005)



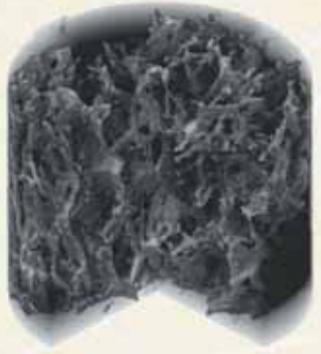
BL15におけるイメージングシステム



アクリル発泡材料の測定結果

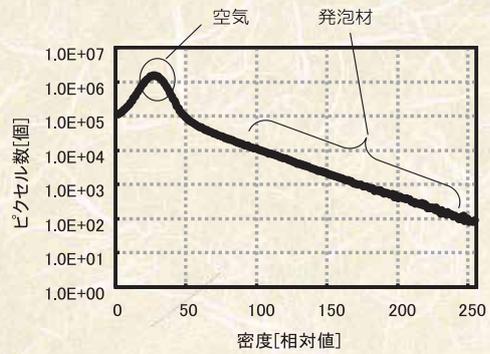


三次元像と密度分布解析結果



2 mm

発泡材料の三次元像



密度分布解析結果



まとめと今後

- ・ 屈折コントラストイメージング法の材料評価の可能性について検討を行った。その結果、
 - ・ CTによる発泡材料の三次元像の観察に成功した。
 - ・ 三次元観察に数時間を要するが、形状の観察に加えて、密度の定量的な解析も可能であった。
- ・ 今後は、各種の有機材料評価への適用を試みる。

