

Iterative estimation of coherent-scattering profiles from given positions by use of a single-direction beam.

著者	寺部 充昭
著者別表示	Terabe Mitsuaki
journal or publication title	博士論文要旨Abstractおよび要約Outline
学位授与番号	13301甲第3942号
学位名	博士（保健学）
学位授与年月日	2013-09-26
URL	http://hdl.handle.net/2297/37210

doi: <https://doi.org/10.1007/s12194-012-0159-0>



様式4A

学位論文要旨

学位請求論文題名

Iterative estimation of coherent-scattering profiles from given positions by use of a single-direction beam.

(一方向照射による任意の位置からの干渉性散乱プロファイルの反復推定法)

著者名・雑誌名

Mitsuaki Terabe

Radiological Physics and Technology

金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻

医療科学 領域

量子診療技術学 分野

学籍番号 0827022033

氏名 寺部 充昭

主任指導教員名 越田 吉郎

指導教員名 宮地 利明

指導教員名

干渉性散乱は、物質内の異なる電子による散乱 X 線の干渉に基づく散乱線である。原子間もしくは分子間の距離の違いによってもたらされるこの特徴的な散乱は、一般的に、X線回折として結晶解析において物質の構造を調査する事に利用されている。生物組織のような非晶質では、平均的な分子間距離に依存した、比較的緩やかな散乱パターンを示すが、それでも物質の特徴を表している。

医学分野においては、干渉性散乱の物質分別能力が注目され、この技術を利用して診断に有用な情報を提供しようと試みた研究が多く存在する。例えば、乳腺腫瘍における良悪性の区別や、骨の脂肪成分と無機成分の分別による骨塩量の正確な定量を目的とした利用法などである。

このような干渉性散乱イメージングの性能は角度分解能に大きく依存する。角度分解能に主として影響を与える因子は、エネルギースペクトルの幅とビームの発散（焦点サイズとビームの幅）である。それゆえ、X線回折には、単色もしくはフィルターを利用した準単色で、高い平行性をもった X 線ビームが適している。一般的に、このような X 線源は、単色化システムの精度を保つことや、ビームの平行性のために線源と被写体の間に十分な距離を保つ必要があることから、回転させるのは困難である。

そこで我々は、一方向の X 線ビームを用いて、異なる被写体—検出器間距離で得られた二つの投影を使用し、ビーム軸上の任意の位置からの干渉性散乱プロファイルを推定する方法を考案した。散乱は角度方向に広がりを持つため、投影された散乱分布は、検出器の距離を離すことで散乱分布に相対的な変化が現れる。我々は、2種類の距離で得られた投影データから、同じ強度の散乱を結ぶと、そのビームパス上のどの位置から発生した散乱線かを推定することができるかと予測した。現実的には、投影データは多くの強度、角度を持った散乱の集まりであるため解析的に解くことは難しい。よって、逐次近似法を用いて任意の位置からの散乱プロファイルの推定を試みた。

提案したアルゴリズムを確認するため、水と脂肪、ポリカーボネート (PC) とポリエチレン (PE) のそれぞれ 2 種類の物質で構成された数学的モデルによってシミュレーションを行った。また、実際の被写体を想定した厚みをもったモデルによるシミュレーションも行った。入力したプロファイルと計算されたプロファイルの一致度は、相関係数で評価した。反復計算においては、反復回数の増加に伴って相関係数は上昇し、500 でほぼ収束した。被写体—検出器間距離の最適条件は、1 番目の検出器が 120mm、2 番目の検出器が 240mm であった。また、2 被写体間の距離が大きくなるほど相関係数は高くなるが、これは散乱プロファイルのピーク形状に依存した。ピークの半値幅が小さいほど相関係数は高くなったことから、骨、尿管結石のような結晶性の高い物質の方が位置分解

能は高くなることが示唆された。

散乱線の減弱補正も含めた実験を高エネルギー加速器研究機構のフォトンファクトリーで行った。被写体として10mm厚のPCとPEをビーム方向に並べ、25keVの単色X線を照射し、イメージングプレートで散乱X線を検出した。反復計算の結果、被写体内の位置によって散乱プロファイルは変化し、物質固有の散乱プロファイルが再現された。多重散乱の影響と考えられるプロファイルの不一致が一部認められたが、ほぼシミュレーションと同様の結果が得られた。

本手法は、一方向のみのX線ビームを用いて、ビーム軸上の任意の位置からの散乱プロファイルを求めることが可能であった。医学応用を目的とした干渉性散乱イメージングの開発に有用な手法であると考えられる。