

【ノート】

【令和6年度 先端技術等調査研究事業】

逐次再構成アルゴリズムの導入によるCT分析技術の高度化

伊藤 桂介、遠藤 崇正¹、曾根 宏材料開発・分析技術部(*¹現 新産業振興課)

X線CTにおける測定時間の短縮・画質の高精細化は常に要求されている事項であるが、露光不足によるノイズ増大などの実験上の限界により、十分な対応が出来ないケースが発生している。そこで、ノイズやアーチファクトの低減に有効とされる逐次的近似法と呼ばれる再構成アルゴリズムを試行することで、上記ケースへのソフトウェア的な対応の可能性を探るため、本調査を行った。

キーワード: X線CT

1 緒言

物質の内部を非破壊かつ三次元で観察できるX線CT分析は、製品開発から異常解析まで広範な分野で用いられる技術である。弊所では近年、サブミクロン三次元顕微鏡システムおよび高速X線CT装置を導入し、CT分析支援能力が大きく向上している。それに伴い、寄せられる技術相談案件が高難度化している状況にある。とくに、測定時間の短縮と画質の高精細化に関するニーズは強い。そこで本調査研究では、近年研究が進む逐次再構成と呼ばれるアルゴリズムを導入し、高ノイズデータや高アーチファクトデータからの再構成を試行することを目的とした。

2 調査内容

サブミクロン三次元顕微鏡(3DXRM)を用いて実測したデータを間引くことで測定条件の悪い状況を再現し、通常の再構成アルゴリズムおよび逐次再構成アルゴリズムを用いて再構成し、画質を比較した。3DXRMでの測定は、Cu線源とL0540レンズを用いて実施した。検出器は 2×2 のビニングで使用し(解像度 $1.3 \mu\text{m}/\text{pix}$)、露光時間0.6秒/枚、撮影枚数800枚、回転範囲180度の条件で測定した。この測定によって得られた800枚の投影像を20枚に間引いたものを、仮想的な悪条件データとした。再構成には、一般的なFPB法および逐次再構成アルゴリズム(SIRT法)を用いた。

図1に、(a)全投影像(800枚)からFPB法により得られた断層像と、間引いた投影像(20枚)に(b)FPB法を適用した断層像および(c)逐次アルゴリズムを適用した断層像を示す。(a)では木質纖維や空孔の存在が良好に見

えているが、間引いたデータにFPBを適用した(b)では、試料の外形がかろうじて視認できる程度であり、細かい構造は全く確認できない。これに対し、逐次再構成アルゴリズムを適用した(c)では、ノイズは非常に多いものの、概形については概ね良好に再現できており、空孔の存在も十分に確認できる。(a)のデータが0.6秒×800枚=480秒の露光であるのに対し、(c)のデータは0.6秒×20枚=12秒の露光であり、測定時間の大幅な短縮を期待させる結果となった。

3 結言

短時間測定を模したデータに逐次再構成アルゴリズムを活用することで、一般的なFPBによる再構成と比べ、非常に良好な結果が得られることがわかった。今後、様々な試料に対する検討や、各種の逐次再構成アルゴリズム調査を実施し、技術支援メニューの拡充へと展開していきたい。

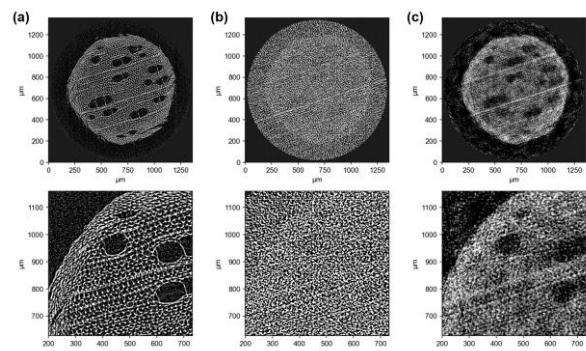


図1 (a)全データからのFPB法再構成、(b)間引きデータからのFPB法再構成、(c)間引きデータからの逐次再構成