

放射光を用いたデュアルエネルギーCT 評価システムの開発

米山明男¹、馬場理香²

¹九州シンクロトロン光研究センター ビームライングループ

² (株) 日立製作所研究開発グループ

デュアルエネルギーCT (以下 DECT) は、吸収係数のエネルギー依存性が元素毎に異なることを利用して、複数のエネルギーで取得したCT像から擬似的な単色CT像の算出、アーチファクトの低減、及びコントラストの強調などを行う手法であり、医療用CTを中心として開発が進められている。本研究では、DECTで算出された擬似単色像の定量的な評価を目的として、同一サンプルを準単色及び単色放射光を用いて計測可能な評価システムの構築をSAGA LSのBL07白色ハッチに進めている(図1)。発表では本システムの概要、ポリマーや金属などから構成されたファントムを対象とした計測の結果、及び複数エネルギーで取得した単色CT像から、準単色CT像や他のエネルギーにおける擬似単色CT像を算出した結果などについて紹介する。

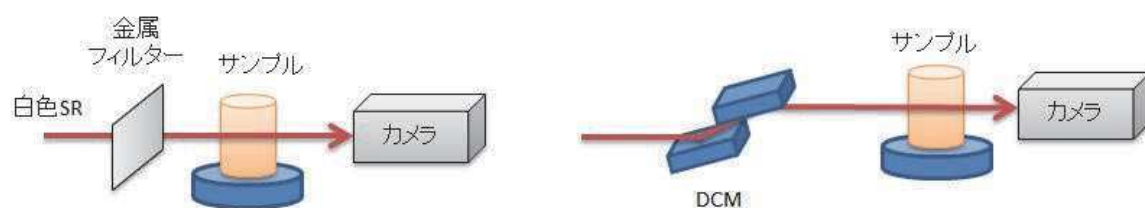


図1 BL07に構築中の評価システム。左：準単色CT計測系、右：単色CT計測系

放射光を用いたデュアルエネルギーCT評価システムの開発 Development of dual-energy CT evaluation system using synchrotron radiation



米山 明男¹、馬場 理香²、河本 正秀¹
¹SAGA-LS, ²(株)日立製作所研究開発グループ

はじめに

Dual-energy Compute Tomography (以下DECT)は異なる2つのエネルギーのX線で取得したCT画像から、他のエネルギーにおける擬似的な単色像(擬似単色像)を算出する手法であり、物質の同定能向上に加えて、金属アーティファクトの低減などが期待されている。本法を医療診断や製品の検査等に適用する場合、算出した擬似単色像におけるCT値の「確かさ」は極めて重要なファクターである。そこで、擬似単色像のCT値を実験的に評価することを目的として、準単色や単色放射光を用いたDECTで得られた擬似単色像におけるCT値と、単色放射光を用いて得られたCT像におけるCT値を定量的に比較・評価できるシステムを構築した[1]。

DECTの原理

入射X線 $I_{0,E1}$ 透過X線 I_{E1}
被写体(厚さ t)
 $I_{0,E2}$ I_{E2}

$$\mu_{E1}t = -\ln\left(\frac{I_{E1}}{I_{0,E1}}\right)$$

$$\mu_{E2}t = -\ln\left(\frac{I_{E2}}{I_{0,E2}}\right)$$

$$\frac{\mu_{E1}}{\mu_{E2}} = \frac{\ln\left(\frac{I_{E1}}{I_{0,E1}}\right)}{\ln\left(\frac{I_{E2}}{I_{0,E2}}\right)}$$

測定量

異なるエネルギー(E1, E2)で取得した各吸収率をそれぞれ除算すると、厚さと密度 ρ が打ち消されて質量吸収係数 μ の比のみが残る。

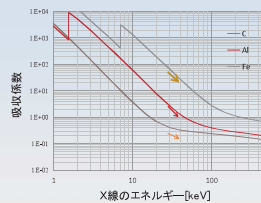
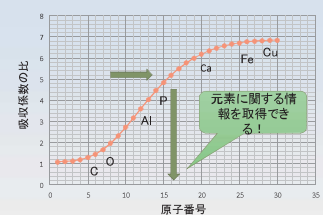


表 吸収係数比の計算例

元素	μ の比 (20:30 keV)
C	0.58
Al	0.33
Fe	0.32

元素によって吸収係数の比(変化率)が異なる。

比から元素を推定することができる。



各原子番号における線吸収係数の比(30 keV/60 keV)

構築した評価システムの概要

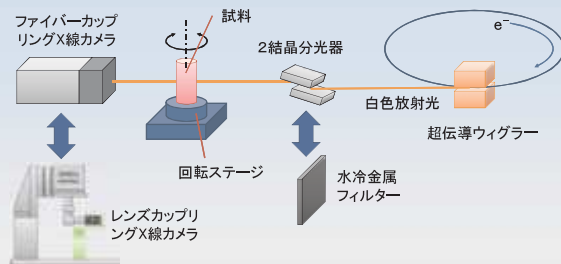


図1 BL07に構築した評価システムの概要。準単色は金属フィルターを、単色は2結晶分光器を利用して形成。X線カメラも輝度の違いにより使い分けている。

評価システムの主な仕様

	単色	準単色
利用ハッチ	BL07下流	BL07上流 (白色ハッチ)
分光器	二結晶分光器 (Si(220)利用)	水冷金属板 (Al, Cuなど)
エネルギー範囲	8~35 keV	10~30 keV (中心エネルギー)
X線カメラ	ファイバーカップリング レンズX線カメラ	レンズカップリング
観察視野	16x13 mm ²	8x6.5 mm ²

評価システムの性能評価及び試用結果[1, 2]

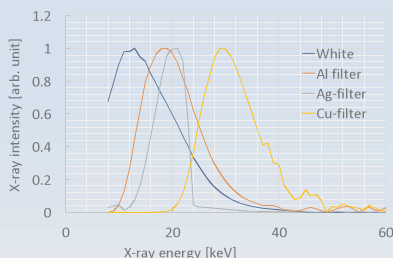


図1 各金属フィルターにおけるエネルギースペクトル

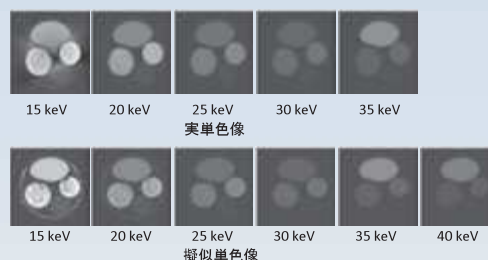


図3 (上) 20, 25, 30, 35 keV単色放射光によるCT像、
(下) 20, 30 keVのCT像から算出した擬似単色CT像

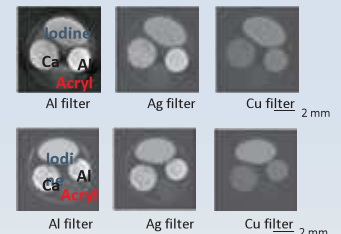


図4 (上) Al, Ag, Cuフィルターの準単色放射光によるCT像、
(下) スペクトル分布から算出した擬似単色像

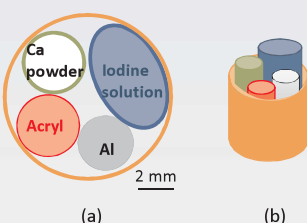


図2 評価用ファントムの模式図

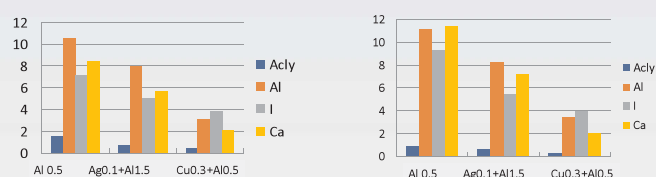


図5 図4のCT値を定量的に評価した結果。実測定像(左)と
擬似単色像(右)でCT値はほぼ同じ分布になっている。