

エネルギー分解 X 線コンピュータ断層撮影法による
尿路結石成分同定に関する研究

Study on Identification of Urinary Stone Components by
Energy-resolved X-ray Computed Tomography

京大院工 ○笠原悠暉 神野郁夫
Kyoto Univ. °Yuki Kasahara , Ikuo Kanno
E-mail: kasahara.yuki.82u@st.kyoto-u.ac.jp

1. 緒言 尿路結石の成分には大きく分けてカルシウム (Ca)、尿酸 (UA)、リン酸マグネシウムアンモニウム (AMP)、シスチン (Cys) があり、2 種類以上の成分が混合した結石も存在する¹⁾。結石の種類により治療方法が異なるため、体内の結石成分を遠隔で分析する事が重要であるが、識別方法は確立されていない。そこで当研究室で開発された transXend 検出器を用いたエネルギー分解 CT により実効原子番号 (Z_{eff}) を評価し尿路結石の成分推定を行った。

2. 実験 実験体系を Fig.1 に示す。エネルギー分解 CT を行うために、X 線照射口に空気および 3 種の金属フィルタを設置し X 線のスペクトルを変化させ、フラットパネル検出器 (FPD) と合わせて 4ch 平面型 transXend 検出器とした (1ch 空気、2ch 銅 0.1 mm、3ch 銅 0.2 mm、4ch 銅 0.3 mm)。Fig.2 に示す 3 種の被検体 A、B、C の CT 測定を行った。被検体 A はアクリルに直径 5 mm の穴が 4 つあり、各穴に炭酸 Ca、UA、Cys、AMP の粉末を入れたものである。被検体 B および C は、体内にある結石を模擬したものである。アクリル円筒にゼラチンを入れ、その中に二重カプセルを配置した。被検体 B では小カプセルに炭酸 Ca、大カプセルに UA を、被検体 C では小カプセルに AMP、大カプセルに Cys を入れた。

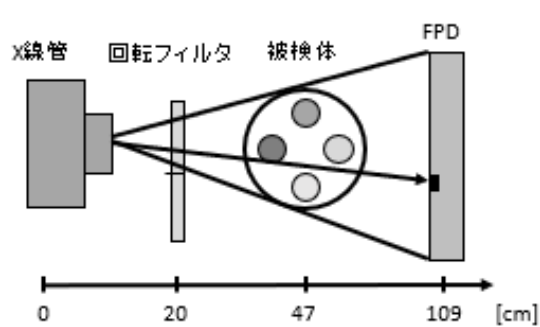


Fig.1 Experimental Setup.

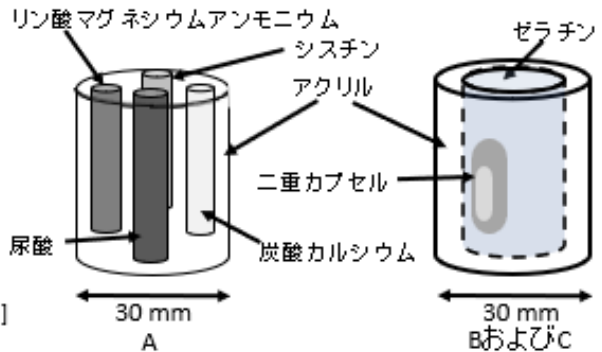


Fig.2 Phantom A, B and C.

3. 結果 Table 1 に被検体 A、B、C の各結石成分の Z_{eff} を示す。UA、AMP、Cys の Z_{eff} の理論値は Kulkarni らによる値を用いた³⁾。炭酸カルシウムの Z_{eff} は米国標準局の線減弱係数を用いて求めた⁴⁾。すべての実験値は理論値と良く一致し、エネルギー分解 CT が結石成分の識別に有効であることが示された。

Table 1 Estimated Z_{eff} of Ca,UA,AMP and Cys.

成分	Z_{eff} (理論値)		Z_{eff}		Z_{eff}
炭酸カルシウム (炭酸 Ca)	15.2	A	15.2±0.3	B	14.9±1.0
尿酸 (UA)	6.2~7.8		6.3±0.2		6.5±0.5
リン酸マグネシウムアンモニウム (AMP)	9.2~10.0		9.3±0.4	C	9.5±0.5
シスチン (Cys)	10.2~11.8		10.7±0.4		10.8±0.6

参考文献

1) <https://www.med.nagoya-u.ac.jp/uro08/sick/urinary-stone/index.html>.
2) Kanno I, Kuroyama T, et al. J Nucl Sci Techol. 58 : 533-541, 2021.
3) <https://www.physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/html/xcom1.html>.
4) Kulkarni NM et al J Comput Assist Tomogr 37 : 37-45,2013.