

# 新規クリアランス対象物を想定したX線CTの撮像条件に関する検討

<sup>1</sup>原子力規制委員会原子力規制庁 長官官房 技術基盤グループ 放射線・廃棄物研究部門

<sup>2</sup>産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門、<sup>3</sup>東京都市大学 理工学部、

○仲宗根峻也<sup>1</sup>、吉居大樹<sup>1</sup>、澁谷憲悟<sup>1</sup>、酒井宏隆<sup>1</sup>、藤原健<sup>2</sup>、河原林順<sup>3</sup>

本研究は、原子力規制庁及び東京都市大学との共同研究「低濃度放射能測定定の定量化に関する研究」の成果の一部である。

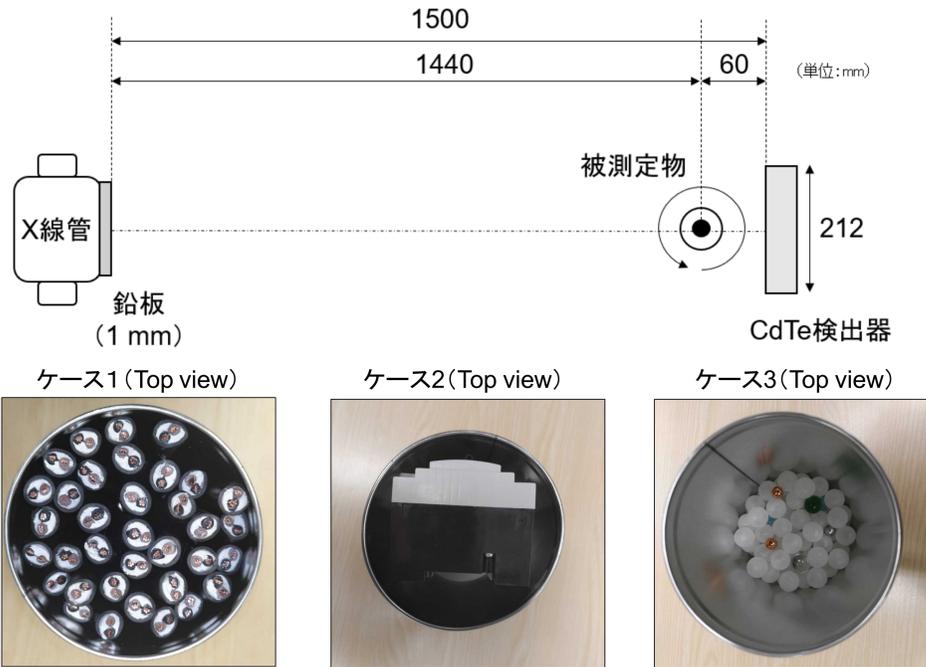
## <背景:クリアランス対象物の多様化、不確かさの取扱いの明確化>

- ・クリアランス制度とは、原子力発電所の運転及び廃止措置によって生じる資材のうち、放射能濃度が規定値未満のものについて一般の資材及び産業廃棄物として処分及びリサイクルするための制度である。
- ・令和2年のクリアランスの規則<sup>※1</sup>及び審査基準<sup>※2</sup>が改正され、対象物が「金属くず、コンクリートの破片及びガラスくず」から「**固体状の物質**」まで拡大した。放射能濃度の決定においては、**不確かさを考慮**した定量的な評価を行い、十分な保守性を持って規則の基準に適合することを要求している。
- ・従来のクリアランス対象物は、組成及び密度が均一であることが前提としていた。しかし、新規クリアランス対象物として想定されるケーブル及び配電盤は、金属と有機物が混在し、自己遮蔽の影響が複雑になるため、従来の方法で算出した換算係数を用いた場合、収納容器内の密度の分布状況(例えば、収納容器の片側半分に配置)によっては放射能を過小評価する可能性がある<sup>※3</sup>。
- ・今後、クリアランス対象物の多様化が予想されるため、クリアランス制度を適用する際の放射能濃度の評価手法の信頼性が確保されることを不確かさの考慮の下で判断するための手段及び知見を蓄積する必要がある。蓄積された知見については、クリアランスの審査基準<sup>※2</sup>に基づく審査に活用する。

## <目的>

・**収納容器内の密度又は組成の分布情報を抽出することを目的**として、入射光子の数に加えて、そのエネルギー情報も併せて取得可能なCdTe検出器を用いてX線CT撮影を実施し、しきいエネルギー値を変化させることによって、密度や組成による違いがCT画像上でどのようにみられるのかを把握する。

## <手法:測定体系及び被測定物>



### 測定条件

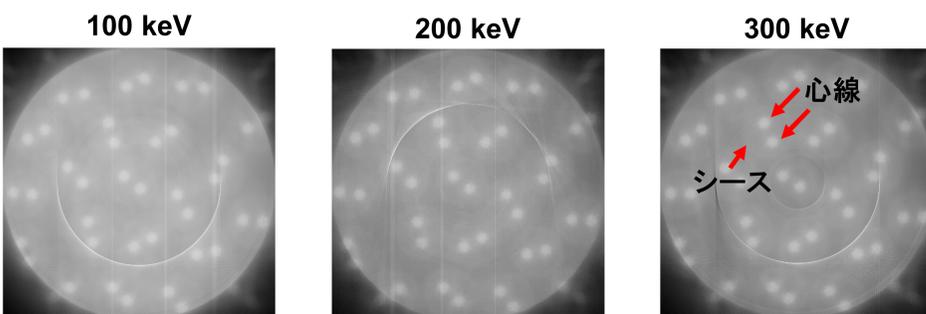
- X線管 (MXR-320HP 11, COMET)
  - ※管電圧: 320 kV、管電流: 4.56 mA、ビーム角: 45°
- CdTe半導体検出器 (WidePIX 1×15 CdTe MPX3, ADVACAM)
  - ※横3840ピクセル、縦256pixel、有効領域: 縦1.40 cm、横21.1 cm
  - ※画像再構成では、横方向の1×3840 pixel分を使用
- 対象物を1度ずつ回転(180度)
- 検出器の全ピクセルのしきいエネルギー値: 100 keV, 150 keV, 200 keV
- 解析: 単純逆投影法(逆ラドン変換)

### 被測定物

- スチール製の円筒型収納容器(直径10 cm、高さ19 cm)
- ケース1(二心PV※ケーブル、35本)※ポリエチレン絶縁ビニルシース
- ケース2(ノーヒューズ遮断器2個)
- ケース3(球:PP(ポリプロピレン)、ガラス、鉄、銅)

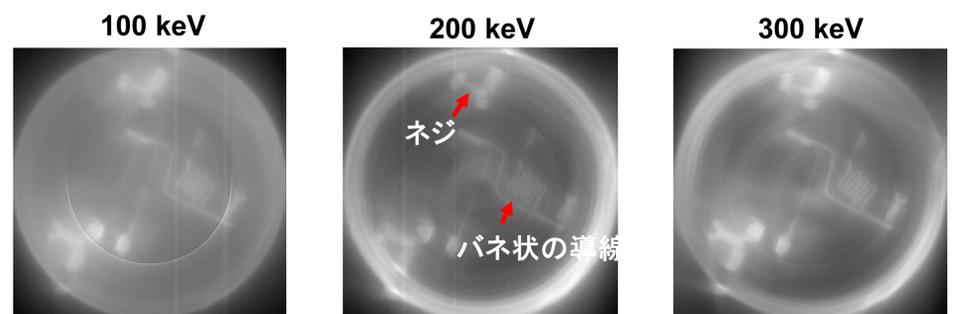
## <結果:X線CTの再構成画像>

### <ケース1:ケーブル>



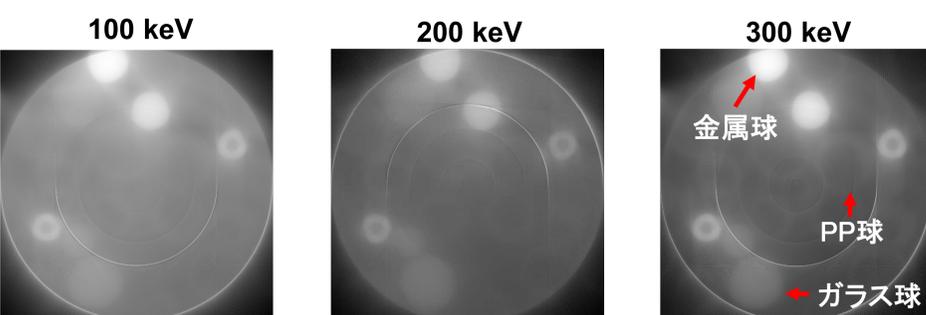
- ケーブルの心線部分の金属が確認できる(銅部分の抽出可能)
- ケーブルが二心の形状であることが確認できる
- しきいエネルギー値の増加に伴い、シース部分の輪郭線が確認できる

### <ケース2:遮断器>



- 遮断器内の金属部品(ネジやバネ状の導線)が確認できる
- しきいエネルギー値の増加に伴い、金属部品の輪郭線が濃くなることを確認できる

### <ケース3:球>



- 金属球、ガラス球、PP球を区別することができる
  - 金属球(白丸)、ガラス球(灰色)、PP球(白縁黒塗)
  - PP球が中空球体であることが確認できる
- しきいエネルギー値の増加にともない、PP球の輪郭線が確認できる

## <まとめ>

- 収納容器内の密度又は組成の分布を抽出するために、検出器のしきいエネルギー値を条件として、X線CT撮影を実施した。
- 再構成画像から、収納容器内の金属、ガラス及び有機物の分布情報を抽出することができた。

## <今後の課題>

- 密度が低い物質(例えば、ケーブルシース)の再構成画像を取得するための条件・解析手法の検討が必要
- 分解能の高い再構成画像を取得するために、アーチファクト(データ取得時のノイズ)の要因について把握し、それらを抑制するための条件の検討が必要

※1「工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度が放射線による障害の防止のための措置を必要としないものであることの確認等に関する規則」

※2「放射能濃度についての確認を受けようとする物に含まれる放射性物質の放射能濃度の測定及び評価の方法に係る審査基準」

※3 T. Yoshii et al., Annals Nucl. Energy, 177 (2022) 109313.