

## 仕様書(案)

1. 件名 サイクロトロン室（コンクリート躯体）の放射化評価（病院及び研究所）

### 2. 業務背景・目的

国立研究開発法人国立循環器病研究センター（以下、「当センター」という。）は平成 31 年 7 月を目処に新施設に移転予定である。移転後、現有地は売却し、建物については原則として現有地の利活用事業者（土地買主）の費用負担で解体する計画である。しかしながら放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（以下、「障防法」という）が定める管理区域の解除は、サイクロトロン等の許可使用者として当センターが実施する予定である。

本業務は、障防法に基づく許可施設の廃止に伴う、サイクロトロン室（サイクロトロン本体及び付属装置類を除く）の放射化を評価し、サイクロトロン室の隔壁の放射化の範囲を明確にすることを委託するものである。

### 3. 評価対象施設及び加速器

1) 国立循環器病研究センター病院（以下、「病院」という。）

サイクロトロン室（IBA18/9、IBA C3D 及び住友重機械工業製 370 型）

2) 国立循環器病研究センター研究所（以下、「研究所」という。）

小型円形加速器室（住友重機械工業社製 C Y P R I S H M - 1 8）

### 4. 契約期間

契約締結日～平成 31 年 7 月 31 日

### 5. 遵守すべき法令等

(1) 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（以下、「障害防止法」という。）

(2) 労働安全衛生法

(3) 電離放射線障害防止規則

(4) 国立循環器病研究センター病院 放射線障害予防規程（以下、「予防規程」という。）

(5) その他関係法規等

### 6. 業務範囲

業務範囲は病院及び研究所のサイクロトロン室の放射化評価に関する以下の作業とする。

(I) コンクリート試料採取および分析

1) サイクロトロン室内の中性子束分布計算

2) コンクリート試料採取

- 3) 放射能分析
- 4) 成分分析

(Ⅱ) 計算コードによるコンクリート放射化評価

- 1) サイクロトロン室コンクリート中の中性子束分布計算
- 2) コンクリートの放射化計算

(Ⅲ) 計算結果と測定結果の比較検証

(Ⅳ) 放射化物物量評価

7. 業務の概要

本件に係る試料採取、計算等の業務の概要を別紙に示す。

8. 検収条件

報告書提出をもって検収とする。報告書には、病院及び研究所のサイクロトロン室コンクリート中の放射化計算及び実測による、コンクリートの掘削範囲を明記すること。

9. 現地作業時の遵守事項（安全管理）

- 9.1 施設の放射線障害予防規程に従うこと。
- 9.2 作業を実施するにあたっては、汚染の拡大防止及び内部被ばくの低減を図ること。
- 9.3 作業中は専用の保護具（安全靴、防護衣等）を着用すること。
- 9.4 作業にあたっては、常に各施設の放射線取扱主任者と十分協議を行うこと。

10. その他

- 10.1 本業務推進にあたっては、病院及び研究所の監督者と十分に協議をすること。
- 10.2 加速器の運転記録およびサイクロトロン室の図面等（壁、床、天井等）は委託者側で提供する。
- 10.3 計算にあたり、必要となる装置等があれば、受託者で用意すること。
- 10.4 測定にあたり、必要となる装置等があれば、受託者で用意すること。
- 10.5 計算および測定のスケジュールを事前に委託者側と打合せすること。
- 10.6 サイクロトロン室を含む放射線管理区域内での作業においては、受託者の放射線管理基準に従うこと。
- 10.7 取外しで発生した廃棄物は委託者側で保管管理を行う。廃棄物の保管作業は受託側が行う。
- 10.8 施設での作業において必要な光熱水料は、委託者側で負担する。ただし、受託側は無駄な利用は極力控えること。
- 10.9 本書に記載がない事項については、別途協議とすること。

(別紙)

## サイクロトロン室コンクリート試料採取および放射化評価業務概要

本作業は、病院及び研究所のサイクロトロン室コンクリート放射化評価に関する作業を定めるものである。

### 1. コンクリート試料採取および分析

#### (1) サイクロトロン室内の中性子束分布計算

サイクロトロン運転時の室内中性子束分布を計算コードにより求め、サイクロトロン室のコンクリート試料の採取に最適な位置（最大位置）を選定する。

計算は3次元モンテカルロ計算コード（PHITSコード等）を用い、サイクロトロン主要構造物およびサイクロトロン室のコンクリート構造を適切にモデル化して行うこと。

考慮する線源は、ターゲット及びデフレクタ（正イオン型の場合のみ）とすること。

計算に必要な図面および運転履歴（生データ）は委託者側から提示する。

#### (2) コンクリート試料採取

中性子束分布計算結果を基に、放射化量が大きくなる箇所を推定し、病院と協議の上、コンクリートコア採取位置を選定すること。

コンクリートコア抜き方法は以下とすること。

① 天井、床、四方壁の各面ごとに、最低1箇所のコア抜きを行うこと。

（計6箇所以上）

② 金属探知機等により鉄筋を避けてコア抜きを行うこと。

③ コア径は約50mmφとし、穿孔長有効値約600mLとすること。

④ コア抜き作業は「乾式」とすること。

⑤ 採取位置の記録及び試料の写真を撮影し、作業報告書に記載すること。

#### (3)放射能分析

①コンクリートコアは、深さ方向の放射能分布が得られるよう適切な位置で切断し、コア1本あたり5～6試料、合計で40試料程度の放射能測定を行うこと。

②放射能濃度が適正に測定できるよう、試料を調整（切断・粉砕）すること。

③調整を行った試料は、 $\gamma$ 線スペクトル測定、トリチウム測定（表層のみ）を行うこと。

④測定はGe半導体測定装置を用いて行い、現時点の核種別放射能濃度を求めること。

核種はガンマ線・X線を放出するクリアランス対象核種とすること。

⑥ 測定時間は、検出限界濃度がクリアランスレベルを十分下回るよう適切に設定すること。

⑦ トリチウム測定は、液体シンチレーションスペクトロメータを用いて行い、コンクリート表層のみ6検体とすること。

#### (4)成分分析

- ①サイクロトロン室壁に3試料以上のコンクリート成分分析を行うこと。  
病院の壁については後打ちの壁について1試料、既設の壁について2試料の分析を行うこと。  
研究所の壁については3試料以上のコンクリート成分分析を行うこと。
- ②分析装置は計算上組成分析で求められる下限値に応じて、蛍光X線分析、ICP-MS等を用いること。
- ③Si等コンクリート主要組成10元素以上分析すること。分析の下限値は1%程度とすること。
- ④ICP-MS等を用いて、放射化評価に重要な元素重要なCo、Eu等の微量元素5元素以上の濃度を分析すること。微量元素の分析下限値はppmレベルまでとすること。
- ⑤コンクリート密度及び含水率(自由水)については、1試料あたり3サンプルの測定を行うこと。(参考: JIS A1110)。
- ⑥サイクロトロン室入口扉の内面(鉄)については1試料の蛍光X線分析を実施し、主要元素組成の他、微量元素のCo濃度を分析すること。

#### 2. 計算コードによるコンクリート放射化評価

病院のサイクロトロン加速器3装置、研究所のサイクロトロン1装置について下記の作業を実施すること。

##### (1) サイクロトロン運転条件の整理

ポジトロン核種製造条件により、中性子強度や中性子スペクトルが異なるため、放射化量が保守側で、且つ、できるだけ現実的な製造条件で評価を実施すること。発生する中性子強度上、厳しい条件とされている0-18水からF-18製造時の照射を主として考慮するが、他のターゲットでの反応についても照射時間により適切に設定すること。正イオン型サイクロトロンではデフレクタ位置での中性子発生も考慮すること。

運転時間は運転開始から運転終了までの実績期間を考慮する。提示した運転記録を基に、計算コードに適した運転データに整理すること。

##### (2) サイクロトロン室コンクリート中の中性子束分布計算

計算コードは3次元モンテカルロ計算コード(PHITSコード)を用いて行うこと。計算には、密度・含水率を含め、1.で得られた成分分析値を使用する。放射化計算用にコンクリート中の中性子束およびエネルギースペクトルを算出すること。中性子束分布計算は、サイクロトロン本体、ターゲット、建屋コンクリート等の主要構造物を計算上十分考慮し、安全側であるが、できるだけ現実に近い計算結果となるよう留意すること。

病院のサイクロトロン室では、加速器3装置、研究所のサイクロトロン室では1装置についての計算を行うこと。

### (3) コンクリートの放射化計算

放射化計算コードは、中性子エネルギースペクトルを考慮した放射化計算が行える計算コード（DCHAIN-SP）を用いること。計算に使用する組成は微量元素組成を含めて、1. の分析値を用いる。放射化期間は(1)で整理した運転データを基に設定すること。(2)で得られたコンクリート各面の深さ方向の中性子束およびエネルギースペクトルを用いて、現時点及び廃止措置評価時点の放射化評価を行うこと。

病院のサイクロトロン室では加速器 3 装置を合算し、研究所のサイクロトロン室では 1 装置についての計算を合算して評価を行うこと。

また、計算で得られたコンクリート深さ方向の放射能分布と、1. の放射能分析結果を図表にまとめて比較検討すること。

### 3. 計算書等の作成

計算条件、計算結果、測定値との比較等についてとりまとめた計算書を作成すること。運転時間総計及び積算電流の運転記録用数表についても EXCEL で作成し、計算書に記載すること。

### 4. その他

研究所の評価については、

※平成 29 年度放射線対策委託事業費（放射線安全規制研究戦略的推進事業費）

平成 29 年度放射線対策委託事業成果報告書「加速器施設の廃止措置に係わる測定、評価手法の確立」の結果を引用することができる。