

第3回森川記念賞授与（優良事業者表彰）事業者一覧（令和元年度）

該当事業者なし。

第4回森川記念賞授与（優良事業者表彰）事業者一覧（令和2年度）

該当事業者なし。

第5回森川記念賞授与（優良事業者表彰）事業者一覧（令和6年度）

1. 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 NanoTerasu センター

団体会員番号：D99020

表彰理由：「国内放射光施設初の実験ホールの非管理区域化を目指した取り組み」を特色ある優良な放射線安全管理の取り組み及び優良な放射線利用の取り組みと認め、表彰する。

## 第 5 回森川記念賞受賞講演

### 3 GeV高輝度放射光施設 (NanoTerasu) における 「国内放射光施設初の実験ホールの非管理区域化を目指した取り組み」

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 NanoTerasuセンター

これまで、国内の放射光施設では実験ホール全域が放射線管理区域に設定されていたため、放射線管理区域内で実験を行う全てのユーザーは、被ばくの有無に関わらず健康診断や被ばく線量管理等が必須の放射線業務従事者になる必要があった。一方で、放射線業務従事者の登録や管理は、放射線施設を持たない企業やユーザーが放射光利用を躊躇する要因の一つになっていた。国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構NanoTerasuセンターは、国内放射光施設では初の実験ホールの非管理区域化を目指して、3GeV高輝度放射光施設 (NanoTerasu) の電子加速器 (ライナック、蓄積リング) と放射光ビームライン (光学ハッチ、実験ハッチ) について精密で慎重な遮蔽設計と信頼性の高い入退管理・連続放射線モニタリングシステムの設計・製作を行った。前者では国内外の高エネルギー電子加速器施設における実測値に基づいた経験則を体系的に整理すると共にシミュレーション計算技術を併用して、遮蔽壁やガンマストッパ等の局所遮蔽体の材質や位置・形状等を過不足なく適切に決定し、実験ホールの空間線量が法令に基づく放射線管理区域設定の基準値を下回ることを示した。後者では、複数の放射線モニタをネットワーク上で統合して集中管理し、異常な線量上昇が発生した場合に速やかに加速器が停止させるインタロックシステムや放射線管理区域やインタロック区域の出入口扉にQRコード付きの個人線量計を利用した入退管理システムを設置した。NanoTerasuは原子力規制委員会から使用許可を受け、法定の施設検査に合格し、放射光を放射線管理区域外から安全に使用できる実験施設として2024年4月から運用を開始している。

#### 1. 遮蔽設計

RI法における管理区域とは、①外部放射線による線量が1.3 mSv/3ヶ月間を超え、②空気中の放射性同位元素の3ヶ月間についての平均濃度が空気中濃度限度の1/10以上、又は③放射性同位元素によって汚染される物の表面密度が表面限度の1/10以上となるおそれのある場所で、放射線業務従事者以外の立ち入りが制限される。NanoTerasuでは、線型加速器 (ライナック) によって3 GeVに加速した電子を最大1.2 Wの出力で蓄積リングに出射する。蓄積リングでは、ライナックから入射された電子を~400 mAまで蓄積し、蓄積リングに組み込んだ挿入光源 (アンジュレータ、ウィグラー) を用いて放射光を発生させ、放射光ビームラインを通じて実験ホールへ導き利用する。高エネルギー電子を取り扱うライナックや蓄積リングは、厚いコンクリートで遮蔽された加速器トンネル内に格納され、トンネル内部が管理区域に設定される。(図1) 実験ホール等の非管理区域の空間線量が、万が一にも①の基準を超えることが無いように、定常運転時の他に蓄積電子のビーム寿命が短い調整運転時や全ての蓄積電子が一度に失われる異常事象等も想定して、電子ビーム損失に対する遮へい設計を行った。線量評価は、国内外の加速器施設の実測値等に基づく経験式や最新のシミュレーションコードを用い、クロスチェックしながら進めた。NanoTerasuで発生させる放射光の典型的なエネルギーは数100eV~10 keVであり、主として真空装置内に閉じ込めた状態で利用されるが、放射光を加速器から漏れいする放射線と分離する役割を持つ光学ハッチや大気中に放射光を取り出すことが可能な実験ハッチを除く実験ホール全域を非管理区域に設定するために必要なハッチやガンマストッパやコリメータ等の遮へい体の材質、位置・大きさを決定した。

②及び③の基準についても、今のところNanoTerasuでは放射性同位元素を使用する予定はなく、放射光ビームラインは主として1 MeV未満の엑스線を用いるため放射化のおそれはなく、基準を逸脱することはない。

## 2. 放射線安全システム

放射線発生装置を安全に運転するためには、施設がRI法で定められる技術上の基準及び許可の条件に適合するように維持しなければならない。NanoTerasuの放射線安全システムは、放射線発生装置の利用形態等を十分に考慮した上でRI法に定められたインターロックや自動表示のみならず①人の動きの制御、②ビームの制御、③情報処理の観点から取扱等業務に従事する者の放射線過剰被ばく防止に必要な複数のシステムから構成される。①に対しては、管理区域や運転時立入禁止区域（加速器トンネル及び光学ハッチや実験ハッチ）の出入口等に設置される入退管理システムが設置され、各区域の入退情報が放射線安全管理・中央設備監視室のサーバーに集められ集中管理される。②及び③に対しては、連続放射線監視システム及び放射線安全インターロックシステムが設置され、現場の機器で検知された放射線管理情報が加速器運転を行う中央制御室等において集中監視される。

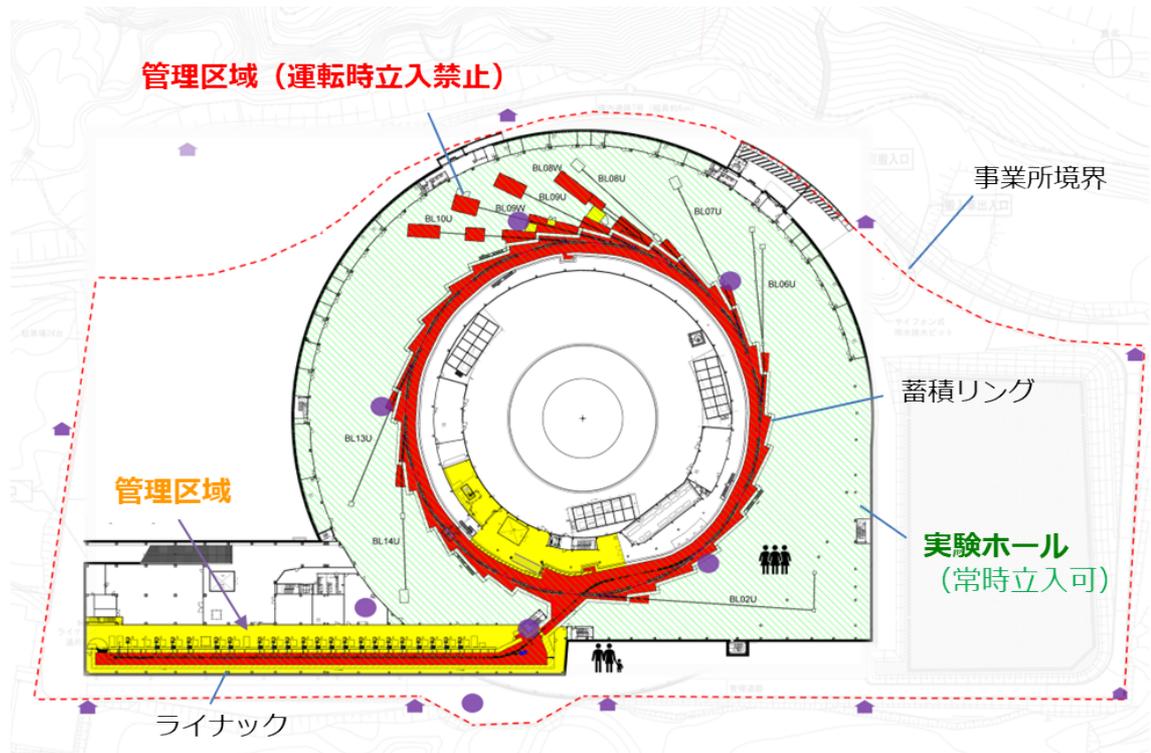


図1 NanoTerasuの管理区域設定と放射線監視設備

- はインターロック機能を有する放射線モニタ（管理区域境界6台及び事業所境界1台）
- 積算線量計（事業所境界10台）

## 3. NanoTerasuへの期待

NanoTerasuでは、実験ホールの大部分が管理区域でないため、NanoTerasuが実施する法定教育を受講してもらう必要はあるが多くのユーザーについては、放射線業務従事者に課せられる電離健康診断・被ばく管理が不要となる。電離健康診断や被ばく管理のためのコストが削減できるだけでなく、学生や一般企業など放射線施設を持たないユーザーも、他の自己遮蔽型の엑스線装置と同様な感覚で放射光を利用することが可能となる。NanoTerasuによって当該分野の科学技術の国際競争力が確保されると共に、NanoTerasu発のイノベーションが創出される事を期待している。