

中性子発生装置の維持管理等について

技術センター 原爆放射線医科学研究所部門

第二技術班 菅 慎治

SUGA Shinji : Maintenance of HIRRAC

1. はじめに

広島大学原爆放射線医科学研究所（原医研）の加速器を用いた生物照射用中性子発生装置HIRRAC（Hiroshima University Radiobiological Research Accelerator）は1991～1993年にかけて設置された。HIRRACでは、ターゲット（ ${}^7\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^3\text{H}$ ）と加速粒子（ ${}^1\text{H}^+$, D^+ , ${}^4\text{He}^+$ ）の組み合わせにより0.1～17MeVの範囲で準単色の中性子が得られ、最大線量率は100cGy/minと国内では最高クラスである。

HIRRACは、広島原爆の人体影響を明らかにすることを目的としている。現在では、中性子照射の他に、中性子線の影響研究の一環としての陽子の生物効果の検討、また微量元素分析（PIXE）、中性子ラジオグラフィ、原子核物理実験や放射線ガン治療（BNCT）の基礎実験など広範囲の目的に用いられている。

この様に、HIRRACの使用目的は多様化しており、安定した研究環境を保つためには、定期的な維持・管理作業を必要とする。また、HIRRACは、導入からすでに10年以上の歳月が経ち生産中止した部品や、加速器の部品の多くが外国製のため、部品調達には多くの問題を要している。今回は、今まで行ってきた維持・管理作業等について報告する。

2. HIRRACについて

HIRRACは、日新ハイボルテージ社製シュンケル型3.0MVイオン加速器、ビーム輸送系および中性子発生用ターゲットから構成される。HIRRACの概念図を図1に示す。

加速されたイオンビームは、偏向電磁石（BM-1）でエネルギーを分析し、4重極電磁石（QM-1）で適切なビーム径にした後、照射室に引き出される。照射室には4本のビームライン

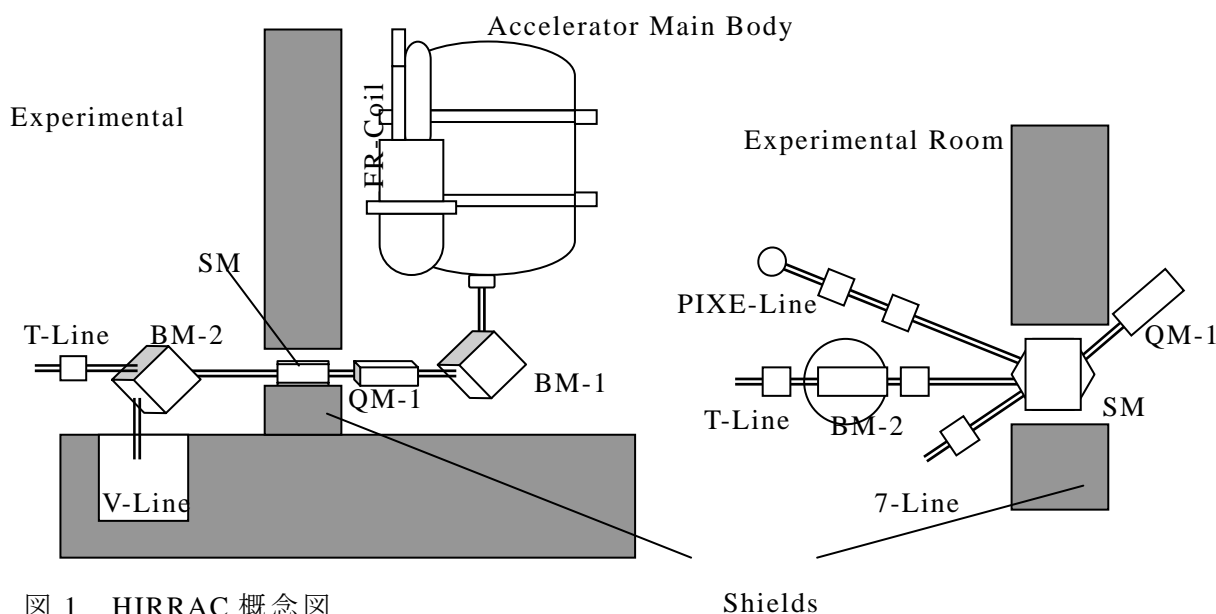


図1 HIRAC 概念図

インがあり、実験目的に応じて、振分電磁石（SM）により使用するビームラインに送られる。7°-LineとV-Lineは、主に ${}^7\text{Li}$ 、 ${}^9\text{Be}$ および ${}^{12}\text{C}$ ターゲット用で、それぞれ水平照射と垂直照射に使用される。このV-Lineは、およそ深さ2mの円筒形の井戸に偏向磁石（BM-2）でイオンビームを曲げている。

その他に、 ${}^3\text{H}$ ターゲット用ライン（T-Line）と特性X線分析用ライン（PIXE-Line）が存在する。T-Lineは、 ${}^3\text{H}$ ターゲット専用ラインで ${}^3\text{H}$ ターゲットからのアウトガスで加速器本体が汚染されないよう差圧ガス排気システムの導入や、ターゲットからのアウトガスをトリチウムモニターで測定し、一定濃度以上になった場合自動的にゲートバルブが閉じるなどの工夫が施されている。また、PIXE-Lineでは、試料に陽子線を当てたときに放出される特性エックス線を測定することで、微量元素分析が出来る。

3. 維持・管理作業について

HIRACは、高圧電源装置や真空装置などの多くの装置・機器で構成されている。このため、HIRACの維持・管理作業は複雑多様化している。

真空装置関係では、イオンビームの軌道がある。イオ



図2 ターボ分子ポンプ

ンビームの軌道は加速器内部の加速管，加速器外部では本体タンク室のビームラインおよび，照射室にある4本のビームラインこれら全てが高真空状態である．

真空関係の装置等は，図2に示す，ターボ分子ポンプ（PT-300 三菱重工業社製）やロータリーポンプなどの真空装置や，図3に示す，コールドカソード一体型真空計（IKR020 balzers 社製）やピラニゲージなどの真空測定器および，圧縮空気圧で動作するゲートバルブ等から構成される．真空関係での維持・管理作業は，ロータリーポンプオイルなどの消耗品交換や，コールドカソード一体型真空計の分解クリーニングなど性能の維持作業が主である．



図3 コールドカソード
一体型真空計

しかし，これらの装置は365日24時間運転であり，導入からすでに10年以上の歳月が経過しているため，生産中止のための代替品検討または，外国製部品などの調達に時間を要する部品また，故障や性能低下などの装置の老朽化の問題が多くなっている．さらに，これらの機器の多くは，衝撃や急激な温度変化などに弱く，取扱いにも注意が必要である．特に加速管は，HIRRACの性能を左右する重要部品であり，大変高価でもある．そのため維持・管理作業には特に慎重を要する．

また，加速器関係の装置・機器における維持・管理作業には，放射線の被ばく，高電圧による感電，本体タンク内での酸欠および，電気絶縁用SF₆ガスによる窒息など，取扱いを誤った場合に，危険な状況が起こりえて，人体に悪影響を与える可能性が想定される．それら危険を防止し，維持・管理作業を行わなければならない．そのためには，装置・機器への知識，安全取扱いの情報など多くの安全注意事項を周知する必要がある．

4. まとめ

HIRRACを大きな故障等から未然に防ぎ，安定した研究環境を保つためには，定期的な維持・管理作業が必要である．しかし，人体等に危険な作業も多く，安全注意事項の周知による未然の事故防止も必要である．