

[P7-05]

STATUS OF THE INJECTOR FOR THE HYOGO HADRON THERAPY CENTER

K.Uno, K.Sawada, T.Sakata, H.Miyazaki, K.Okanishi, M.Akiyama, H.Harada¹,
A.Itano², A.Higashi², T.Akagi², K.Noda³, M.Torikoshi³, S.Yamada³, and A.Noda⁴

Sumitomo Heavy Industries, Ltd. ; 5-2 Soubiraki-cho, Niihama, Ehime 792-8588, Japan

¹Mitsubishi Electric Corporation ; 1-1-2 Wadasaki-cho, Hyogo-ku, Kobe 652-8555, Japan

²Hyogo Prefectural Government ; 5-10-1 Shimoyamatedori, Chuo-ku, Kobe 650-8567, Japan

³National Institute of Radiological Sciences ; 4-9-1 Anagawa, Inage-ku, Chiba 263-8588, Japan

⁴Kyoto University ; Gokanoshō, Uji, Kyoto 611-0011, Japan

Abstract

Hyogo Hadrontherapy center in Harima Science Garden City is a cancer therapy facility with proton, helium and carbon beams. The beams are supplied by a synchrotron with RF linacs as an injector. The facility has manufactured by Mitsubishi Electric Corporation and the injector has manufactured by Sumitomo Heavy Industries, Ltd (SHI). The injector consists of two ECR ion sources, a 200 MHz RFQ linac and a 200 MHz Alvarez linac, which accelerates heavy ion with a charge-to-mass ratio of 1/3 up to 5 MeV/nucleon. The state of fabrication of the injector system is described in this paper.

兵庫県立粒子線治療センター（仮称）向け入射器の製作状況

1. はじめに

大型放射光施設（Spring-8）に隣接して、播磨科学公園都市内に兵庫県立粒子線治療センター（仮称）が建設される。その粒子線治療装置については、三菱電機（株）で1996年度より製作されている。粒子線治療装置のうち入射器は住友重機械工業（株）において2000年3月末に完成予定のスケジュールで製作を行っている。本報告では、入射器の製作状況について述べる。

2. 入射器概要

この入射器は、2系統の1.0 GHz ECR イオン源、200 MHz RFQ ライナック、200 MHz アルバレイライナック（DTL）及び低エネルギービーム輸送系（LEBT系）で構成されている。その全長は約25 mであり、荷電質量比1/3以上のイオンを5 MeV/nucleon まで加速し、次段のシンクロトロンに入射する。この配置図を図1に示す。また、入射器終端でのビーム仕様を表1に示す。

表1 入射器終端のビーム仕様

イオン種	H^+ , He^{2+} , C^{6+}
エネルギー	5 MeV/nucleon
規格化エミッタンス	$1 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$
最大運動量分散	$\pm 0.15\%$
ビームパルス幅	$120 \mu\text{s}$
最大繰り返し	2 Hz

3. 製作状況

3.1 ECR イオン源

2台の ECR イオン源は既に製作が完了し、イオン源ビーム輸送系と組み合わせて性能試験を終えている。性能試験では、3種類のイオンを引出してイオン源ビーム輸送系終端まで輸送し、ビーム電流値及びエミッタンスを測定した。試験結果を表2に、ECR イオン源及びイオン源ビーム輸送系の全景を図2に示す。

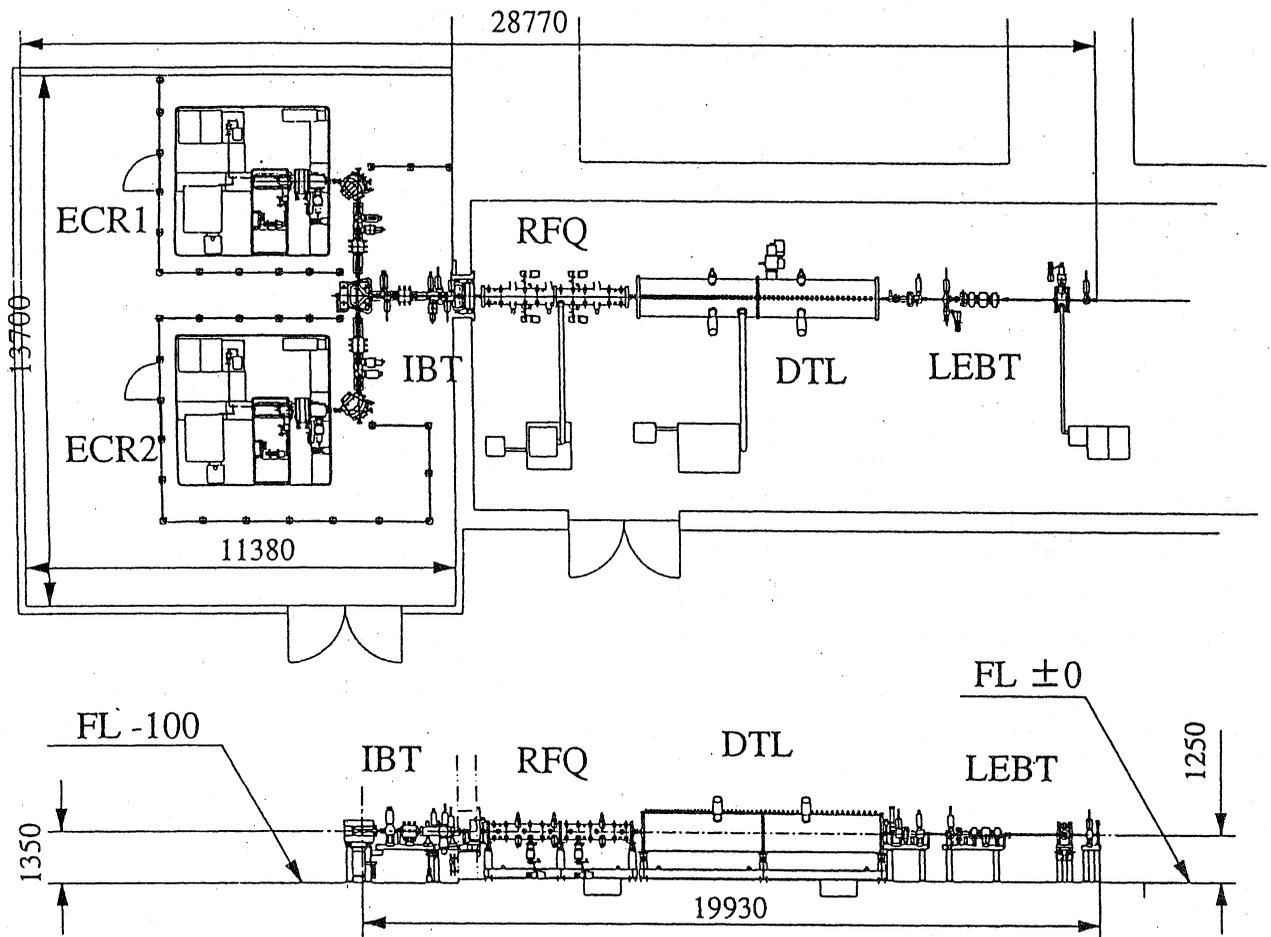


図1. 入射器配置図

表2 ECR イオン源の性能試験結果

イオン種	C ⁴⁺	He ²⁺	H ₂ ⁺
IBT 終端のビーム電流値 (μA)	580	1320	1500
水平方向エミッタンス ($\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$)	60	110	115
垂直方向エミッタンス ($\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$)	55	100	130

3.2 RFQ ライナック

RFQ ライナックは既に製作が完了し、300kW 四極管アンプと組み合わせて総合試験を実施した。試験結果については、別途報告の入射器ライナックの高周波特性を参照されたい。

3.3 アルバレイライナック

アルバレイライナックは既に製作が完了し、1.4 MW 四極管アンプと組み合わせて総合試験を実施中である。試験の途中結果については、別

途報告の入射器ライナックの高周波特性を参照されたい。

3.4 低エネルギービーム輸送系

低エネルギービーム輸送系は既に製作が完了している。このうち、デバンチャについては20 kW 四極管アンプと組み合わせて規定値にほぼ等しいギャップ間電圧を印加し、さらに、RF 振幅・位相フィードバックを動作させて連続運転を実施した。デバンチャは、これら全ての試験で良好な性能が確認された。図3にデバンチャの全景を示す。

4. おわりに

5月末よりECRイオン源の搬入・据付けが開始されている。予定通り作業が進めば、9月より制御機器の単体調整、11月よりRF系の組合わせ試験、12月よりビーム調整が開始される。

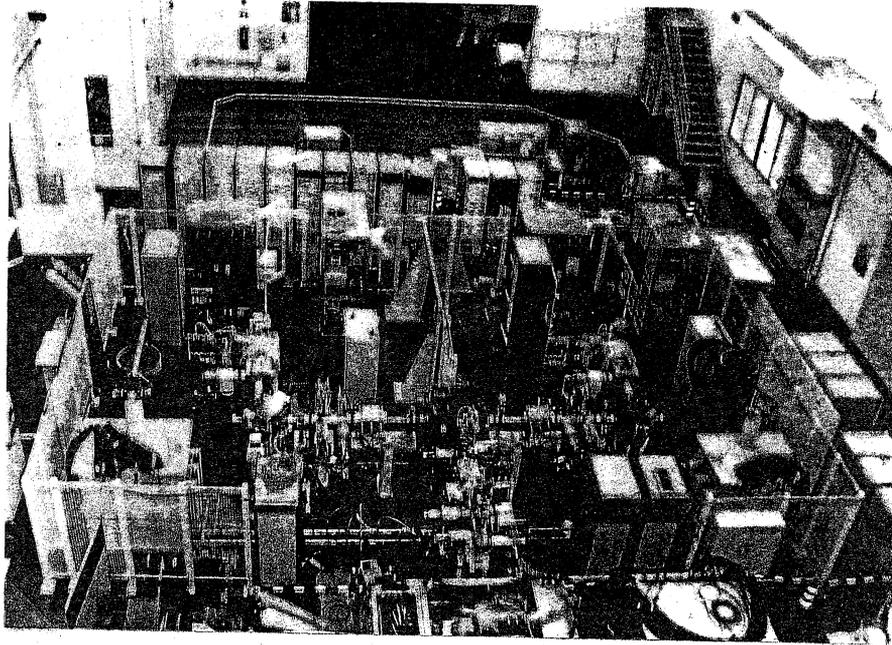


図2 ECR イオン源とイオン源ビーム輸送系

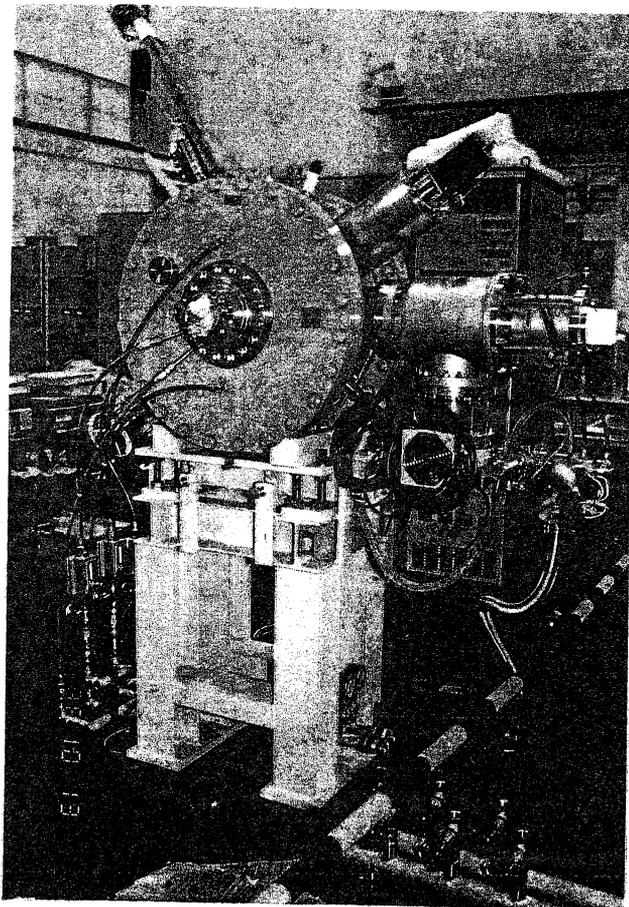


図3 デバンチャ