

[1 p - 2]

ADVANCES IN CONCEPTUAL DESIGN OF IFMIF ACCELERATOR SYSTEM

Sugimoto M., Houjyo Y., Kinsho T., Chernogubovsky M.A. and Maekawa H.

Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI)
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-11, Japan

Abstract

The conceptual design study of high-current deuteron linac for IFMIF-CDA has been carried out for these two years. The baseline design parameters of the accelerator system are modified to keep the consistency among with the other subsystems, such as target, test cell, and conventional facilities. Injector employs a single ion source now. DTL tank designs are changed to be fitted to the decreased RF power level per tube.

In Japan, superconducting linac option for high energy structure is studied and solid state RF amplifier with 100 kW output is considered to be used for the superconducting linac.

I F M I F 加速器系の概念設計の進展

1. はじめに

核融合炉材料開発に不可欠な 14MeV 相当の大強度中性子照射施設の実現をめざし日米欧露の国際協力により概念設計活動がすすめられている。基本的な概念は文献1の内容と大きく変わってはいないが何度かの会合を経て、より現実性のある仕様へと移行しつつある。現在までの経緯を述べると

(1) 1995年9月にサンタフェで加速器グループの技術会合を開催。基本設計パラメータの選択を行った²⁾。

(2) 1995年10月オークリッジで第1回設計統合ワークショップが開かれ他のサブシステムとのインターフェース部分の調整を行い中間報告書³⁾を完成させた。

(3) 1996年5月原研東海で第2回設計統合ワークショップが開かれコスト評価の原案づくり及び次期の活動計画の検討が行われた。

表1に加速器系モジュールの設計要求仕様を示す。照射施設は図1に示すように2つのモジュールを並列に設置し双方のビームをリチウムターゲット表面でぴったり一致させることで合計 250mA の電流を実現する。側面からみると(図2)わかるように2つのモジュールは 4.9m の高低差があり、ターゲットの手前 14m 付近からそれぞれ垂直方向に ±10° 偏向させることにより中性子のバックストリームが直接上流側へ影響しないようにしている。加速器は 100keV 140mA の入射器、8MeV 125mA 出力の RFQ、最大 40MeV 出力の DTL 及び 3ヶ所のステーションへビームを供給できる HEBT 系から成る。周波数は 175MHz で RF 源として最大 1MW の RF 増幅管を使用する。

表 1 IFMIF 加速器系モジュール仕様

ビーム電流	125 mA
出力エネルギー	30, 35, 40 MeV
イオン種	D ⁺ , テスト用に H ₂ ⁺
デューティー	100% CW, テスト用にパルスモード
アベイラビリティ	> 88%
ビームスポット	20cm 幅×5cm 高
エネルギー幅	±0.5 MeV FWHM
使用年数	40 年

現在のところ明確なタスク分担の取り決めはないものの、米が全般的なとりまとめを行いつつコスト評価等に主導的役割をはたしている。日本を含め他の極はそれをサポートする形で作業を行っている。具体的にはイオン源、8MeV RFQ の基本性能、超電導リニアック (オプション)、固体素子 RF 源 (100kW) の検討を実施してきている。IFMIF 概念設計活動の加速器系の状況及び今後の予定について以下に述べる。

2. 概念設計活動の現状

主加速器の候補としてアルバレ型 DTL、超電導リニアック (SCL) 及び空洞結合型 DTL (CCDTL) の3種を比較しアルバレ型を基本案とする一方 SCL を第1オプションとした。入射器 (イオン源・LEBT) の後に RFQ を置くことはよいとしてその出力エネルギーと周波数をどうとるかについて多くの議論があったが基本仕様としては 8MeV、175MHz とした。RFQ と DTL とのマッチングは RFQ 出口付近のベイン形状の調整と初段 DTL タンクを ramped gradient 構造にすることで解決する。

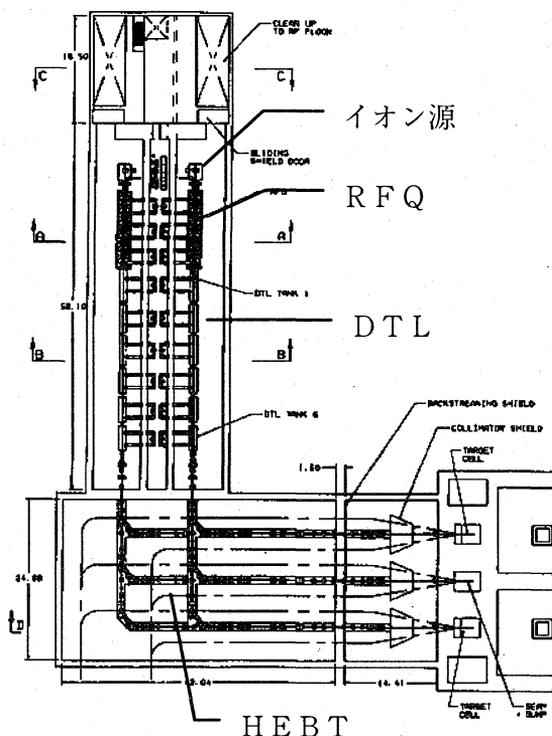


図 1 (A) IFMIF 加速器系のレイアウト。
加速器室及びビーム輸送室 (地下)

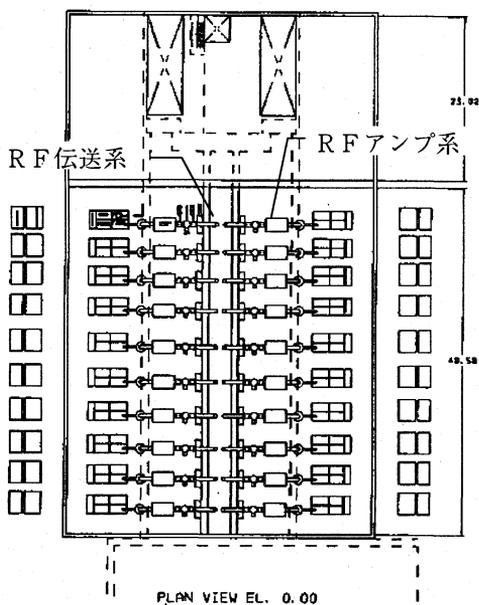


図 1 (B) IFMIF 加速器系のレイアウト。
高周波源室 (地上)

8 MeV の RFQ はアイリス結合タイプの 3 セグメント 4 ベイン構造でそれぞれをさらに 3 つのセクションに分割して製作する。所要 RF 電力は 3MW に達するので 3~4 台の RF 源ユニット

がある。基本設計では 1 セグメントあたり 4 カップラーを使って RF を供給する。DTL タンクは 1 台あたりの RF 電力が 800kW 以下になるように分割され、それぞれ 1 台の RF 源ユニットを割り当てる。カップラーはタンクあたり 2 ヶ所とする。DTL 全体で RF 電力は 6.25MW 必要でありタンク数は 8 個となる。図 3 にリニアックまわりの RF 及び電力供給を示す。このほかに HEBT 系には 10 数個のバンチャー空洞 (20kW) とエネルギー分散空洞 (50kW) があり、これらのために RF 源ユニットを 1 つ割当てる必要がある。HEBT の収束系は Q ダブレットによる周期系を基本とする。このほか DTL からのビームのマッチング、90 度バンドアクロマット系、非線形ビームエキスパンダ (octupole+duodecapole)、イメージャ (quads) が含まれる。

ターゲット上のビーム分布の制御は他のサブシステムとのインターフェースとしては最大の問題であるが、最後の 10 度偏向とエネルギー分散空洞によりビーム整形が微妙に狂ってしまうため設計には細心の注意を払う必要がある。

加速器本体の検討に加え (1) インターフェースの問題、(2) 安全性、(3) RAM、(4) 製作上の問題点及び (5) 開発要求項目について検討がなされている。さらにこれらをもとにしたコスト評価と開発プランの策定をまとめている。

3. 今後の予定

概念設計の最終報告書を今年度中に完成させるため 10 月にフラスカッチで最後の設計統合ワークショップが開かれる。次に予定されている工学実証段階 (EVP) ではアベイラビィティーを確保するため必要な 1000 時間を越える長寿命のイオン源の実証、RF 増幅管 (175MHz, 1MW) の実証試験、大電流線形加速器 (RFQ, DTL, SCL) 開発、高精度ビーム制御に必要な非接触ビーム診断技術等が中心課題となる。

参考文献

- 1) M.Sugimoto, Proc. of the 20th Linear Accelerator Mtg. in Japan, held at Osaka, p.9 (1995).
- 2) IFMIF-CDA Accelerator Group, LA-UR-95-4416 (1995).
- 3) IFMIF-CDA Group, ORNL/M-4908 (1995)

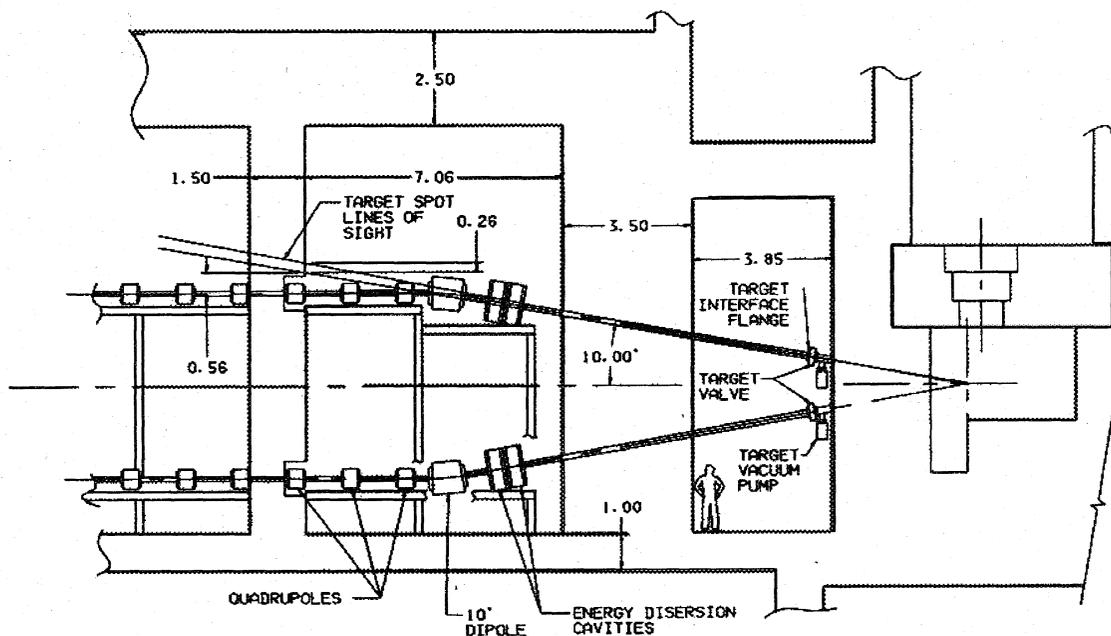


図 2 ターゲットへのビーム合流部の詳細図

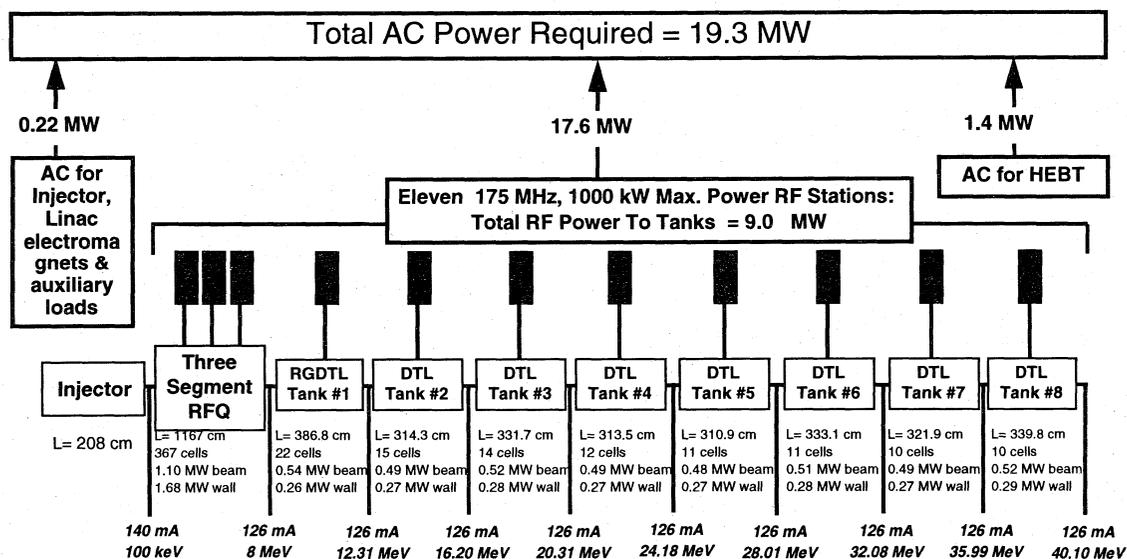


図 3 加速器まわりのRF源及び電源供給