

ACCELERATOR CONCEPTUAL DESIGN OF THE INTERNATIONAL FUSION MATERIALS IRRADIATION FACILITY (IFMIF)

Sugimoto Masayoshi

Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI)

Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-11, Japan

ABSTRACT

Conceptual Design Activity (CDA) of the International Fusion Materials Irradiation Facility have been started on February 1995, and will be continued till early 1997. This activity is conducted as an international collaboration among Japan, US, EU, and Russia based on the recommendation from IEA/FPCC.

The irradiation is carried out using the intense d-Li neutron source and the requirements for the deuteron accelerator are: beam current of 250 mA cw with energies 30, 35, and 40 MeV; stability within 1%; availability over 70%. The present baseline concept employs two identical linac systems which carry 125 mA beam each.

国際核融合材料照射施設(IFMIF)の加速器概念検討

1. はじめに

IEA/FPCC の勧告に基づき日・米・欧州・ロシアの国際協力で核融合炉用の材料開発のため中性子照射試験施設(IFMIF)¹⁾の概念設計活動(CDA)が1995年2月から始まり、1997年初めまで2年間にわたり施設の概念検討を進めることになった。日本は議長国を務め全体の推進をはかる立場にある。CDAタスクは設計統合・加速器・ターゲット・テストセル/実験の4チームが分担して実施する体制がとられる。

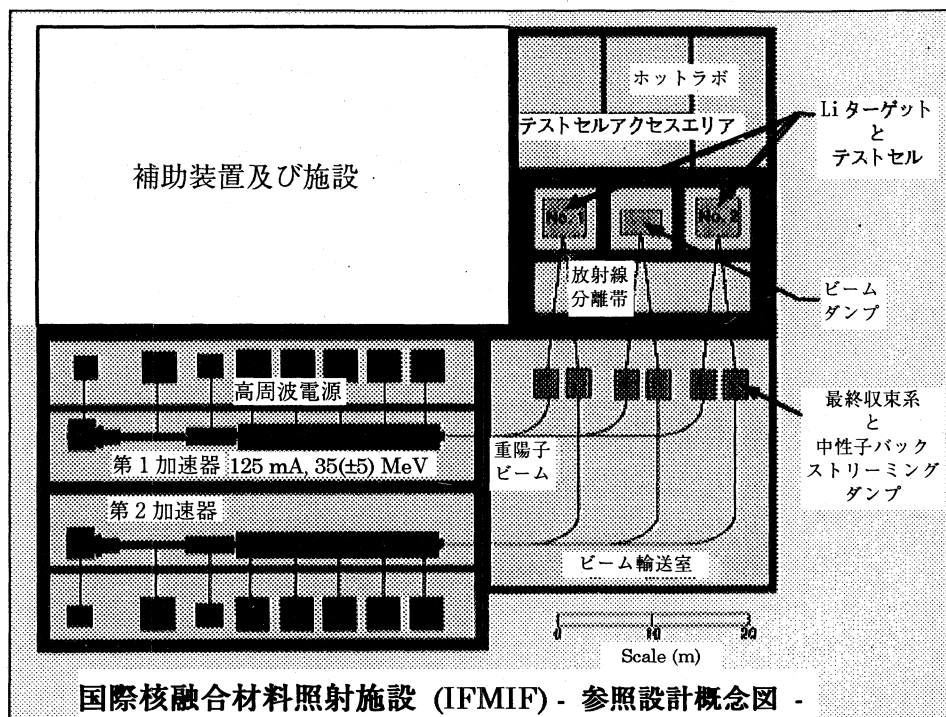
照射用中性子源としてはFMIT, ESNIT²⁾と同様 d-Li 反応を用いる。重陽子加速器への要求性能は電流 250 mA(cw)以上、エネルギー 30, 35, 40 MeV を選択可能、安定度 1% 以内、稼働率 70% 以上となっている。CDA の主な目的はこのような大電流・高安定度なビームを実現する加速器(リニアック)の概念を検討し必要な R & D 項

目を洗い出すとともに照射施設としての統合性を保つよう加速器以外の部分とのすり合わせを行うことにある。

図 1 に施設の概念図を示す。加速器は 1 台あたり 125 mA 加速できるリニアックを 2 台並列に置きターゲット面上で開き角 10 度以内で合流させて 250 mA を実現する。ターゲットにおけるビームスポットは 100 cm²(例えば 5 cm x 20 cm 等)と大面積で中心部の密度分布が一様である上にエッジ部の分布形(半値幅等)を制御できることが要求されている。

2. 概念検討の現状

CDA の開始に先立ち 1994 年 9 月にカールスルーエにおいてワークショップが開かれ CDA タスク項目の検討がなされた。加速器に関するタスクは



国際核融合材料照射施設 (IFMIF) - 参照設計概念図 -

1) 8-35 MeV リニアックを常電導(RT)/超伝導(SC)のどちらにするかの決定。

- ・ RT, SC それぞれのリファレンス設計。
- ・ 比較のための手法の確立、最終案決定。

2) 8 MeV 以下の部分のベースラインの設定

- ・ RT, SC それぞれについて対応する低エネルギー部の構成を提案、最終案決定。

3) ベースライン設計の進展。

- ・ 施設全体としての統合に留意する。
- となっている。

これに対する日本の対応としては

1) 原研はこれまでの ESNIT の検討結果をもとに主として RT のリファレンス設計を提案する。SC は設計、製作、運転に関する特有の問題をコメントする。

2) 大学関連の組織・メーカーの援助を得て各要素技術に関しできるだけ広範囲な視点でリファレンス案を提示できるようにする。

3) 情報交換は原研が窓口をつとめる。

を考えている。

現在タスク 1,2 を各極が独立に実施中であり、

'95 PAC に合わせてダラスにて中間報告が行われた³⁾。各要素技術について現状での概念案を以下に簡単に述べる。

(1)イオン源

タイプ	volume 型/E CR 型
出力電流	D+ 140 mA dc *
電圧	100 kV**
エミッタンス	0.1 π mm mrad(規格化 rms)
寿命	2 ヶ月***

*調整用のパルスモード運転オプション

**最適化必要

***2 台のイオン源を交替に使用してアベイラビリティを上げるオプション

(2)低エネルギービーム輸送 (LEBT)

収束方式	ソレノイド収束* 静電界収束**
エミッタンス	0.2 π mm mrad(規格化 rms)

*電荷中和効果の考慮必要

**イオン源の D+成分比が高い必要。ビーム計測系 (含 D₂+分離磁石) の取付け余地なし

(3)RFQ

周波数	175 MHz (上限)*
入射エネルギー	0.1 MeV
出力エネルギー	3 MeV 最小～ 8 MeV 最大**

* 120 MHz(ESNIT)を下限とする

** Coupled Cavity RFQ⁴⁾

(4)中間エネルギー部加速構造 (MES)

加速構造	Alvarez DTL (option) IH, CCDTL*
周波数	RFQ 周波数
入射エネルギー	RFQ 出力エネルギー
出力エネルギー	8 MeV

*IH は EU、CCDTL は US が主に検討中

(5)高エネルギー部加速構造 (HES)

加速構造	RT: Alvarez DTL SC: 2 gap spoke 空洞*
周波数	RFQ 周波数 (option)倍周波数
入射エネルギー	MES 出力エネルギー
出力エネルギー	30,35,40 MeV

*集束は SC quad/solenoid

(6)RF 源

大出力アンプ	classic tetrode, diacrode(<200 MHz, 1 MW cw, 効率 70%)
--------	--

(7)高エネルギービーム輸送 (HEBT)

ビーム分布制御	多重極磁場による ⁵⁾
エネルギー分散	0.5 MeV (1 σ)
分布型	中央部: 一様度 1% テール: 1 cm(1 σ)

なお異なるシステム構成間の比較には適切な手法が不可欠であるが現在 Accelerator System Model コード⁶⁾を採用する方針である。

3. 今後の予定

タスク 1,2 の最終報告のための加速器グループ技術会合は9月にサンタフェで行われる予定であり、これを受けて10月オークリッジで最初の全体会合(ステーションナリワーク)が開かれる。この時点で特定のシステム構成が定まり、各極のタスク分担が明確になり、より詳細に細部の検討を実施する状況に移ると考えられる。

最後に RT/SC 及び周波数の選択という大きな問題を除く主な具体的課題を列挙する。

- [1]イオン源の長寿命化
- [2]LEBTにおける emittance growth の制御 (電荷中和効果の評価)
- [3]RFQ、MES出力エネルギーの最適化 (end-to-end simulation が必要)
- [4]RFシステム構成
- [5]ターゲットでのビーム密度分布の制御計測
- [6](放射性)廃棄物の最終的なインベントリの評価
- [7]要求性能に対する各パラメータの感度計算

参考文献

- 1) T. Kondo et al., Fusion Eng. and Design 22 p.117-127 (1993).
- 2) M. Sugimoto, Proc. of 1994 Linac Conf. p.842-844 (1994).
- 3) "Report of the IFMIF-CDA Accelerator Team Meeting, Dallas, 30 Apr. 1995." LA-UR-95-1707.
- 4) L.M. Young, Proc. of 1994 Linac Conf. p.178-180 (1994).
- 5) D. Rusthoi et al., Proc. of 1994 Linac Conf. p.579-781 (1994).
- 6) G.H. Gillespie et al., Proc. of 1994 Linac Conf. p.110-112 (1994).