

**INVESTIGATION ON THE POSITRON FACTORY PROJECT AT JAERI (X)  
- PROGRESS IN DESIGN OF THE FACILITIES -**

**SUNAGA H., OKADA S., KANEKO H., TAKIZAWA H., KAWASUSO A., SANO H.  
and YOTSUMOTO K.**

**Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
1233 Watanuki-cho, Takasaki, Gunma 370-12 Japan**

**Abstract**

*Progress in design study for the Positron Factory project at JAERI is described. In 1996 the basic design including 1) High-energy, high-power electron linac, 2) Target system and slow positron beam lines and 3) Bulding for the facility was performed and useful parameters were obtained. In 1997 detail design of the radiation shielding of the facilities, design for connecting the slow positron beam lines to the TIARA facility and demonstrative tests of the target system and other parts are planned.*

**原研におけるポジトロンファクトリー計画の検討 (X)  
- 施設設計の進捗状況 -**

**1. はじめに**

原研において検討を進めているポジトロン利用研究施設<sup>1)</sup> (通称ポジトロンファクトリー, POF) の設置に向けて平成8年度に実施した「概念検討」の結果を報告する。POFは100 MeV、100 kWの電子リニアックを用い、毎秒 $10^{10}$ 個(10 mmφビーム)以上の低速陽電子ビームを発生させ、既設のイオン照射研究施設TIARAとの結合も行い、材料科学やバイオ技術等の研究の新たな展開を図るために計画している施設である。図1に施設の構想と概念検討の内容を示す。

ここに示すように「概念検討」においては(1)高出力電子リニアック及び電子ビームライン、(2)ターゲット系及び陽電子ビームライン、(3)建家についての検討を行った。

ここではこのうちの(1)を中心に検討結果を述べる。

**2. 概念検討の結果**

**2.1 高出力電子リニアックおよび電子ビームライン**

高出力電子リニアックはPOFにおいて最も基本となる装置であり、ビームエネルギー100MeV、平均ビーム電流1 mA (ビームパルス幅 $3.5 \mu s$ 以下、繰り返し600 pps以上)、最大出力100 kW (平均値) という世界最大級のビーム出力と、月曜日から金曜日までの連続運転が可能な安定性能が要求される。このため、各構成要素については開発を要するものが多く、またビームロス対策に特段の配慮が必要であることなどの課題がある。今回、検討を行った結果、具体的な設計データの取得も含め、上記リニアックの製作は基本的に可能であることが明らかになった。主要な構成要素又は項目についての検討結果の概要は次の通りである。

**a) 入射系**

構成は〈電子銃 - PB1 - PB2 - バンチャー〉とする。電子銃は3極管とし、カソードとしてはEIMAC Y646B 又は Y845 が適切と考えられ、加速電圧は100 kV又は120 kV とする必要がある。

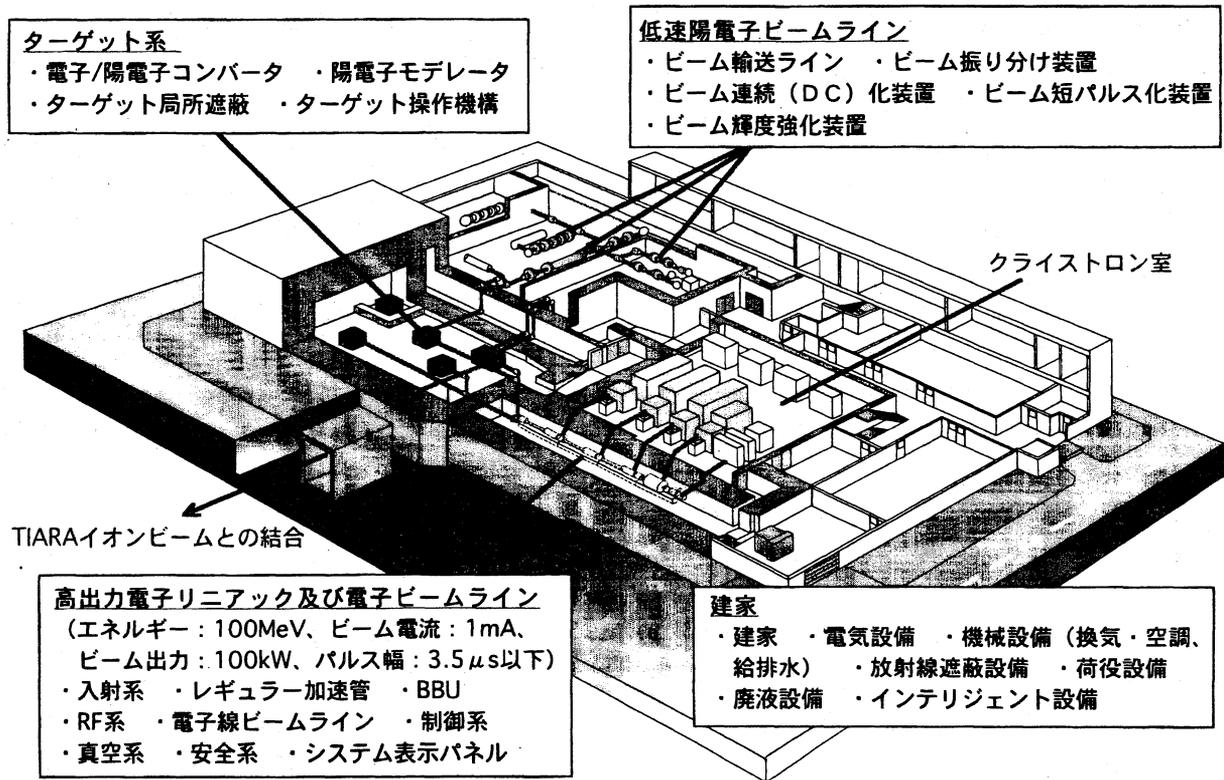


図1 ポジトロン利用研究施設の構想図と「概念検討」の内容

プリバンチャー管については2個のリエントラント型とする案と、リエントラント型-4空洞進行波型とする2案がある。

バンチャー管については定在波型とする案と進行波型とする案とがあり、両者についてPARMELAによるビーム軌道シミュレーション及び熱解析を行った。

#### b) レギュラ加速管

レギュラ加速管は約3mのCG管3本からなる構成とする。しかしBBUの観点より、この3本を異なったRF減衰係数にする必要があるとする案と、検討の結果同じ構造のもので良いという案がある。熱解析はSUPERFISHによる発熱分布計算に基づき行い、冷却水温度30℃に対し入り口付近のディスク先端部で10℃又はそれ以上の温度上昇となることが判明した。この温度は材料の劣化等に問題となる値ではないが、共振周波数ずれに対する対策を要する。そのため、パルス繰り返し数(pps)によって決まる最適温度に水温を追値制御する方式又は入力周波数を制御する方式を採用する。

#### c) BBUについての検討

再生型BBU発生の可能性に関し、進行波型バンチャ管及びレギュラ管No.1について、P. B. Wilson<sup>2), 3)</sup>の式に基づくBBUの開始電流で評価し、本設計リニアックにおいて再生型BBUは発生しないことが明らかになった。

蓄積型BBUについてはe-Folding factor Feを指標として検討した。その結果、BBUは発生しない値であることが明らかになったが、さらに、ソレノイド磁界をかけてビーム振幅を抑制する方法や、上流で発生するHEM<sub>11</sub>が下流でカットできるよう加速管パラメータを設定するなど、蓄積型BBUの抑制対策を講じることとする。

#### d) RF系

レギュラ管に供給するために必要なクライストロンの性能は、ピーク電力28MW、平均出力67kWあるいは30MW、76kWであり(パルス幅3.5 $\mu$ s、繰り返し600pps)、そのクライストロンは新たに開発することを要する。これについてはメーカーにおいて自主的に試

作が始まり、RF窓、コレクター部の大電力化等を主なテーマとして取り組まれている。そして現状ではプロトタイプであるが、ほぼ製作可能という見通しが得られている。

#### e) その他

本リニアックにおいてはビームロスに対して慎重を期す必要がある。そのため、ビームトランスポートにおいて重要なビームエネルギー拡がりに関し、過渡状態を解析し、RFフィリングタイムに対して最適なビーム入射タイミングの検討を行った。また、電子ビームの加速部及びリニアック以降のターゲット系までのビームトランスポートについて、ビーム軌道シミュレーション等を行った。

その他、ビーム診断系、制御系、安全系等について検討を行った。

## 2.2 ターゲット系及び陽電子ビームライン

以下の構成からなるターゲット系及び陽電子ビームラインについての検討ではこれまでの「施設整備推進調査」における検討結果をさらに具体化した。

(1)電子/陽電子コンバータ、(2)陽電子モデレータ、(3)ターゲット局所遮蔽及びターゲット操作装置、(4)低速陽電子ビーム輸送ライン、(5)低速陽電子ビーム振り分け装置、(6)ビーム連続(DC)化装置、(7)ビーム短パルス化装置、(8)ビーム輝度強化装置

コンバータについては多層式水冷回転コンバータ<sup>4)</sup>の熱解析を行ったほか、交換の容易さ、コンパクト性、空気の放射化抑制の観点からの構造の再検討を行った。陽電子モデレータについては発生する低速陽電子のビームラインへの誘導法及びモデレータのアニール法の検討を進めた。また、ターゲット局所遮蔽及びターゲット操作機構については、放射線量を1/100に低減させる遮蔽体の構造及びこの局所遮蔽体中のターゲットの交換作業の方法等について検討した。その他、陽電子ビーム輸送ラインやDC化等のビーム加工装置について検討を進めた。

## 2.3 建家

建家については基本設計ともいえる検討を行った。建家は延べ床面積約4,000 m<sup>2</sup>の地上

2階地下1階建の鉄筋コンクリート製として、非管理区域、第1種管理区域及び第2種管理区域に区分することを基本とした。そして各室のレイアウトの他、電気設備、機械設備(空調、給排水設備)、建家付帯特殊設備(放射線遮蔽、機器設置用特殊設備、荷揚げ設備)、電気設備関係特殊設備(非常用発電設備、テレビ監視装置)、機械設備関係特殊設備(特殊換気設備、冷却水循環設備、圧空・窒素ガス・液体窒素・液体ヘリウム供給設備)、インテリジェント設備(周辺実験装置制御・データ収集解析用計算機・LAN)等について設計を行った。

## 3. あとがき

今回の「概念検討」により、POF設置に向け、高出力リニアックをはじめとして有用かつ具体的な設計データが得られた。

平成9年度は「概念設計」が認可されており、POFとTIARAとの連結のための設計、ターゲットモデル等の検証試験、遮蔽設計の詳細化等を行うことにしている。

## 参考文献

- 1) 岡田他：“原研におけるポジトロンファクトリー計画の検討(Ⅲ)～(Ⅸ)”第15～21回リニアック技術研究会(1990)～(1996)
- 2) P.M.Lapostolle and A.L.Septier, eds. Linear Accelerators (North Holland, Amsterdam, 1970)
- 3) P.B.Wilson, High Energy Electron Linacs, SLAC-PUB-2884 (1982)
- 4) 須永他：“原研におけるポジトロンファクトリー計画の検討(Ⅶ)”第19回リニアック技術研究会 p181 (1994)