

A STUDY FOR HIGH INTENSITY PROTON LINEAR ACCELERATOR DEVELOPMENT IN JAERI

M. Mizumoto, K. Hasegawa, H. Yokobori, H. Mino, H. Tanaka,
Y. Okumura, H. Oguri, H. Murata, K. Sakogawa, Y. Kaneko

Accelerator Engineering Laboratory
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan

ABSTRACT

A high intensity proton linear accelerator (Engineering Test Accelerator: ETA) with an energy of 1.5 GeV and a current of 10 mA has been proposed by Japan Atomic Energy Research Institute, JAERI. Various engineering tests will be performed using this accelerator for the accelerator-based nuclear transmutation system. Because the beam current and quality are mainly determined by the low energy portion, the low energy accelerator (Basic Technology Accelerator: BTA) with an energy of 10 MeV and a current of 10 mA is planned to be built. In this report, the development plan and some R&D works for the high intensity linear accelerator will be presented along with the brief description about the concept of the accelerator-driven nuclear transmutation.

原研大強度陽子加速器の要素技術開発

1. はじめに

放射性廃棄物の消滅処理を主な目的とした大強度陽子加速器の開発研究が提案されている。使用済み核燃料の再処理によって作り出される放射性廃棄物中には、寿命の長い超ウラン元素 (TRU) や核分裂生成物 (FP) が含まれる。現在、考えられている消滅処理の概念検討では、TRUを主体に消滅を行い、陽子の核破砕反応から放出される中性子を種にして、TRU自身の核分裂反応により核種変換を行う。図1にプラントの概念図を示す。この検討では、1.5 GeV、39 mAの陽子加速器が必要とされている。関連する工学試験とその他原子力関連の基礎研究を行うための工学試験用加速器 (ETA: Engineering Test Accelerator, エネルギー-1.5 GeV、平均電流10 mA規模) の建設を計画している。加速電流10 mAは既存の加速器と比較して10倍から100倍に達するため、高エネルギー部におけるビームの漏れを少なくすることが大強度加速器の開発にとって重要である。

原研では開発の第一歩として、初段加速部における大電流化とビームの質の向上を図るため、10 MeV、10 mAの技術開発用加速器 (BTA: Basic Technology Accelerator) の建設を計画しており、現在、加速器の主要な要素に関する要素技術開発 (R&D) を開始した。

2. BTAの基準仕様

BTAの主要パラメータを表1に、加速器の概要を図2に示す。加速器はイオン源、高周波4重極型リニアク（RFQ）、ドリフトチューブリニアク（DTL）よりなり、DTLの出口エネルギーは10MeVに設定した。これは（p,n）反応を極力抑えR&Dを実施し易くするためであるが、電流値が平均10mAとかなり大きいこともあり、10MeVにおける5%のビーム洩れで 10^{12} n/s規模の中性子の放出が予想されている。加速周波数は、ポート径を大きくできる利点と、冷却の容易さから、200MHzを選択した。また、高周波源の入手性も決定の大きな要因になっている。運転モードについては、パルス運転とし、デューティは10%に設定している。繰り返しを徐々に増やしていくことで開発を段階的に実施し、また予め高いビーム電流値（100mA）の加速試験を行うことで、将来の一層の大電流化を容易にするためである。DTL出口のエミッタンスとエネルギー精度はそれぞれに 0.5π cm·mradと1%を目標に開発を進めている。

3. 加速器の要素技術開発

加速器の要素技術開発の主要なテーマは、大電流イオン源、RFQ、DTLおよび高周波源（RF源）である。イオン源の開発では、100mAのCW電流を加速するために、マルチカソード型のECRイオン源のテストを開始し、生成されたプラズマの密度や温度分布の測定を行った。RFQ及びDTLの設計では電磁場計算コードによる電場分布やRF発熱、ビームダイナミクス計算コードでのビーム軌道計算を実施しており、また、熱計算コードを用いた加速空洞中の温度分布、変位、応力等の計算も行っている。RFQ、DTL設計計算の詳細は本研究会でそれぞれ別途報告する。

高周波源に関しては1MW（ビーム値）級のを1ユニット作成し、RFQ、DTLのホットテストに供する予定である。現在、最終段増幅管の検討とツングステン系の設計作業を開始している。

4. おわりに

平成3年から5年度までの期間にR&Dを実施する予定である。現在、そのための設計作業を実施している。一方、加速器を収納するBTA棟建家の基本検討や、電力、給排水設備など1-2階層に対する検討も行っている。また、建家の遮蔽設計のために、銅や鉄などからの10MeV陽子による中性子収量と角度分布の測定を行った。

最終的な目的である1.5GeVの工学試験用加速器（ETA）に関しては最適化検討を並行して行っており、消滅処理用のターゲットやブリケット系の工学的設計検討も行われている。

表1 技術開発用加速器（BTA）の基準仕様

B T A の 基 準 仕 様	
加速粒子	陽子
運転モード	パルス運転
デューティ	10%
加速エネルギー	10MeV
平均加速電流	10mA
ピーク電流	100mA（DTL出口）
目標性能	
エミッタンス（規格化）	0.5π cm·mrad（DTL出口）
エネルギー精度（rms）	1%（DTL出口）

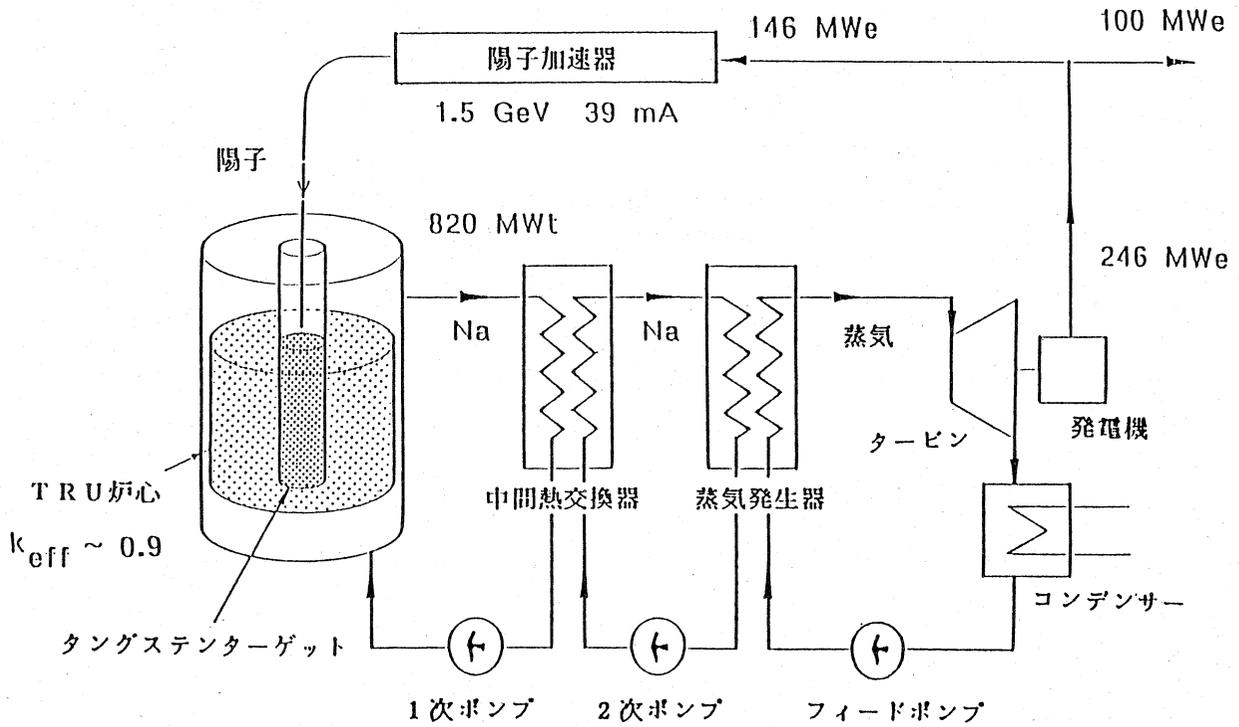
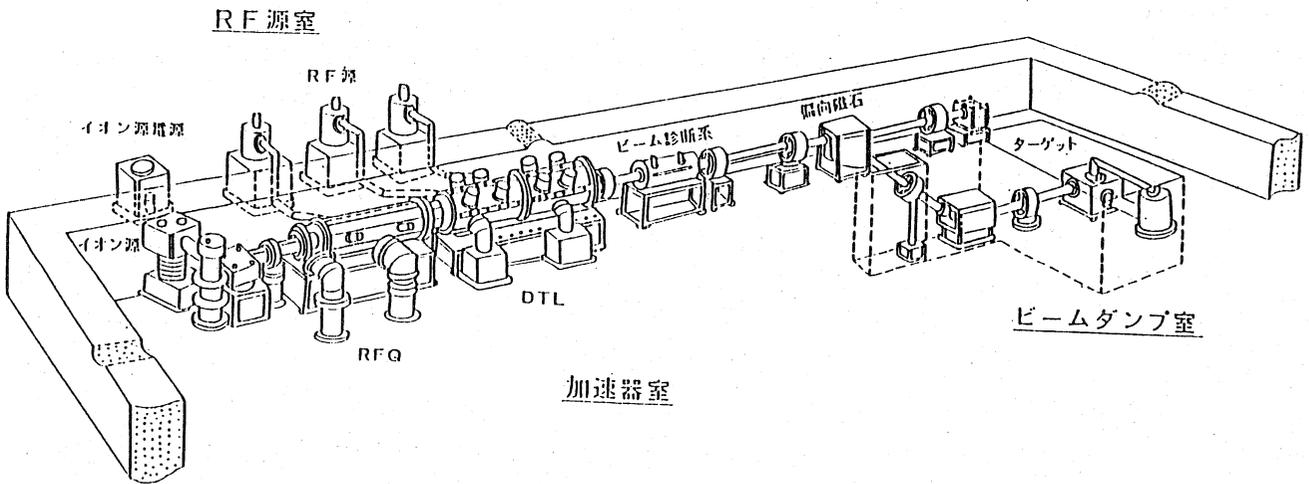


図1 加速器消滅プラントの概念図



技術開発用加速器 (B.T.A.)

図2 技術開発用加速器の概念図