

THE DEVELOPMENT PLAN OF BASIC TECHNOLOGY FOR HIGH INTENSITY PROTON LINEAR ACCELERATOR

M.Mizumoto, H.Yasuda, T.Nishida, Y.Okumura, M.Sugimoto
S.Chiba, I.Kanno, H.Takada, H.Nakashima, Y.Kaneko

Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute

ABSTRACT

Nuclear spallation reaction with high energy proton beam is proposed to use for incineration of nuclear wastes and production of nuclear fuels. Various applied researches using intense neutron source can be also carried out. Japan Atomic Energy Research Institute has made a proposal to construct such an engineering test accelerator as a long term research project. The development plan of basic technology for the high intensity proton accelerator will be discussed.

原研に於ける大強度陽子加速器の要素技術開発計画

1. 研究の目的

原子力分野での加速器利用は、従来、ラジオアイソトープ生産、高分子重合や超ウラン元素の化学的研究、中性子核データ、プラズマ診断用原子分子データ、核融合炉材料開発のための照射損傷シミュレーションなどの基礎的な研究分野に限られてきた。しかし、加速器技術の進歩に伴う装置の効率化と信頼性の向上により、従来原子炉を主体としてきた原子力分野で、工学利用を目的とした加速器の建設が検討されている。特に、大強度陽子加速器を用いた高エネルギー陽子による核破砕反応の利用は、強力中性子源、放射性廃棄物の消滅処理、核燃料生産への活用などの面に於て大きな期待が寄せられている。日本原子力研究所では、長期的プロジェクトとして、種々の基礎研究への利用と、原子力関連の応用研究に用いるため、大強度陽子加速器の建設を検討している。

2. 研究計画の内容

大強度陽子加速器を用いて計画している研究項目を以下に挙げると、

(1) 超ウラン元素 (TRU) 消滅処理研究

TRUなどの長寿命核廃棄物を、1GeV以上の高エネルギー陽子による核破砕反応を用いて短寿命化または安定核種に転換する。この研究は、使用済み核燃料の処理、処分に係わる負担を軽減し、核燃料サイクルの安全性を向上させる。図1に計画の概念図を示す。また図2に核破砕理論コードを用いて計算した陽子エネルギーと破砕核種数の関連を図示する。

(2) 核燃料の生産

TRUの核破砕反応の際に大量に放出される中性子を利用し、消滅処理用のターゲット周辺に、核燃料親物質をブランケットとして配置して核燃料物質の生産を行う。

(3) 材料試験用強力中性子源

平均電流数mAの高エネルギー陽子 (1GeV) の加速により、 $\sim 10^{17}$ n/cm²s以上の中性子強度を得ることが可能である。中性子散乱を利用した新しい物性研究や、将来の核融合炉プラズマ第1壁に用いられる材料等の耐放射線性を試験するための照射研究を実施する。

(4) 特殊ラジオアイソトープ (RI) 生産、および中間子供給源

核破砕反応では、原子炉では生成できない各種の有用なRIの生産が期待される。また、中性子以外の2次および3次粒子としてパイ、ミュー中間子も生成され、材料研究等への応用などが計画されている。

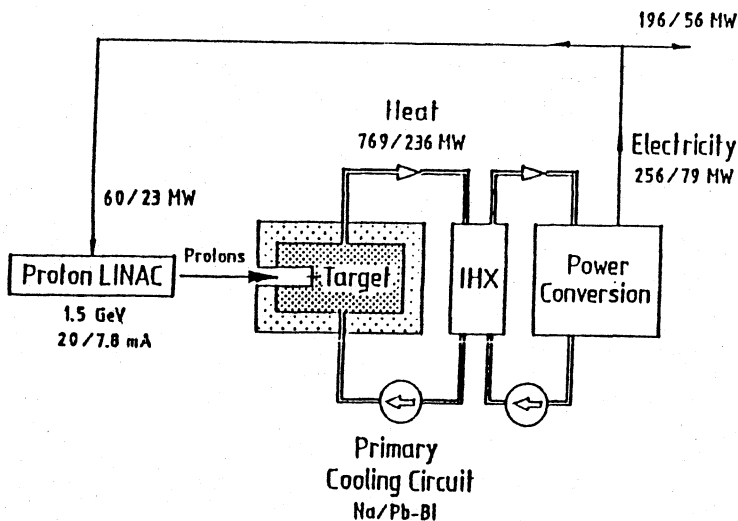


図1 加速器による核燃料サイクルプラントの概念図

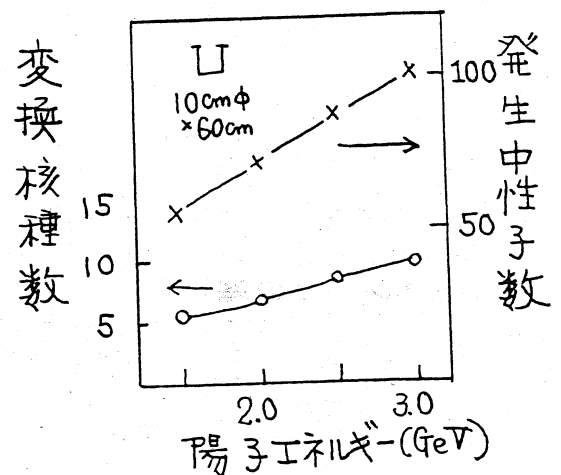


図2 陽子による核破砕反応

3. 加速器の規模および開発計画

大型陽子加速器建設は、これまでも世界各地で計画されてきている（西ドイツSNQ計画等）。本計画に関してもこれらを参考に、次の3ステップに分けて開発を行う予定である。

(1) 第1ステップでは、加速器関連の要素技術開発を目的として、5～6年をかけて加速エネルギー10MeV、平均電流10mA規模の陽子加速器を建設する。この加速器は、低エネルギー加速部として、大電流水素イオン源、高周波4重極子リニアック（RFQ）、ドリフトチューブ・リニアック（DTL）より構成されている。最初の段階ではパルス運転を予定しているが、将来の連続運転モードも同時検討する。開発の主な留意点は、①大電流加速を目的とした前段加速部の開発、②ビーム洩れ低減化のためのビーム質の向上、③高周波損失による加速構造物の熱除去等である。

加速器を収納する加速器建屋を建設し、この建屋でターゲット関連の研究も実施する。またこの期間の後半には、High β 加速空洞の検討も開始する。

(2) 第1ステップの検討結果を受けて工学試験研究用加速器（1.5GeV、10mA規模の加速器の建設を西暦2000年頃までに実施する。この加速器の概念図を図3に示す。この加速器の建設では、先ず前段部400MeVの建設を行い、中間規模積分実験等を開始すると同時に、1.5GeVへの拡張を行う。

(3) 実用規模加速器

大規模積分試験、プラント実証試験を実施した後、陽子エネルギーや電流値の最適規模を検討し、最終的に数10mA規模の実用プラントの設計検討に移る。

工学試験用加速器

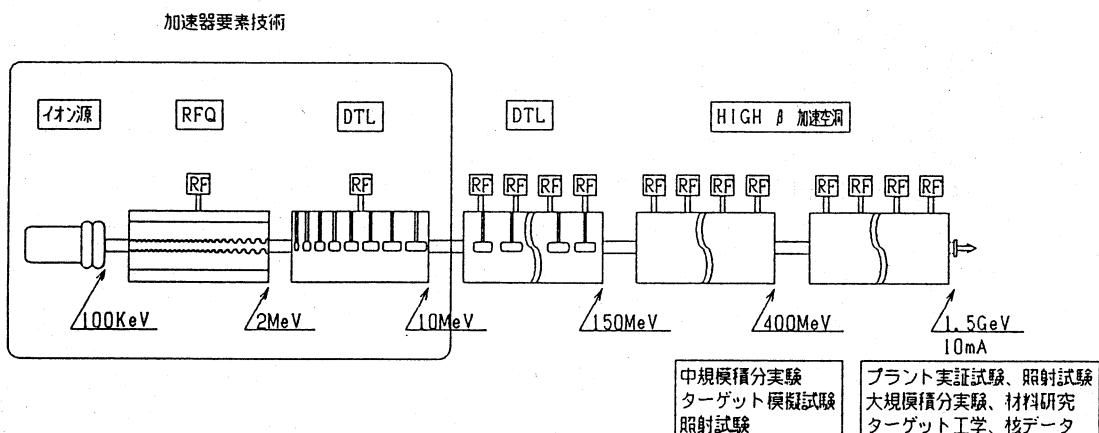


図3 工学試験研究用陽子加速器