

PARTICLE ORBIT SIMULATION OF RI PRODUCTION APPARATUS USING LINAC BEAM

Takashi NAKAMURA, Toshiyuki HATTORI, Yoshiyuki OGURI, Shinichi YAMAKI,
Kathusi ISOKAWA, Norihiro HAYASHIZAKI

Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology,
2-12-1 Oh-okayama, Meguroku, Tokyo, 152 Japan

Abstract

We are studying an IH type linear accelerator for application as the international cooperative research. Cyclotron type decelerator with gas target room is developed. Short life radio isotope for PET (Positron Emission Tomography) is produced in the Decelerator by irradiating proton or deuteron beam to gas target. In this study, we report a part of particle orbit simulation of the Decelerator.

線形加速器からのビームを用いたRI生成装置内の粒子軌道シミュレーション

1. はじめに

原子炉中性子を用いたRI(ラジオアイソトープ)製造では、ほとんどの場合、熱中性子による(n, γ)反応が用いられているが、これに対しサイクロトロンなどの加速器を用いたRI製造の研究が進んでいる。これはビームエネルギーに応じて(p, xn)等の様々な核反応を起こし、多様なRIを製造できるという利点を持っている。

東京工業大学原子炉研究所では日本、ルーマニア、ドイツの国際的共同研究として、高・中エネルギー領域のイオン加速をめざし、格段に加速電力効率の優れたIH型線形加速器の研究を行ってきた。その利用目標として医療分野ではPET (Positron Emission Tomography) 用短寿命RI製造が挙げられる。

特に ^{15}O の場合、半減期が約2分と極めて短く、医療の現場での製造と速やかな精練・投与が不可欠とされている。この ^{15}O の製造を目標とする、ガスターゲット照射系の開発もこの共同研究の一環であり、まずはじめに粒子の軌道計算を行っている。以下ではそれに関する報告をする。

2. 軌道解析

入射したビームをガスターゲットに照射し核変換を起こす過程において、迅速でより高効率であることが要求される。そこで磁場によってビームを回転させるという、逆サイクロトロン型ガスターゲット装置を設計する。

加速器出口での真空度は 10^{-6} Torr とし、核変換後のガスはポンプで掻き出すため数 Torr として真空の傾斜を与える。

最初の構想としては渦巻き型のしきいを用いて真空の勾配をつけることを試みたが、軌道がしきいと交錯した場合、余計な放射線の発生源となるためこの案をやめ、図-1のように1周目のみ軌道を制御する。またポンプ性能の限界からオリフィス一つを装備し、急激な真空の勾配をつける。ここで入射ラインと1周目ビームラインが交錯しないようにベータトロン振動を用い、磁場指数 n 値をもたせる。

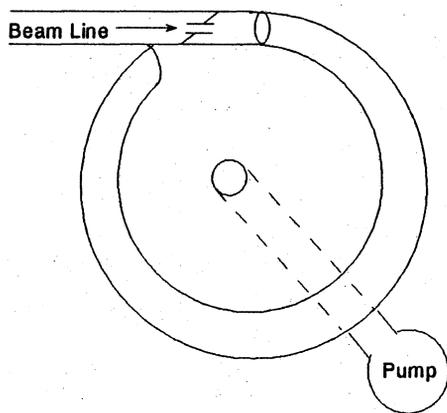


図-1 ガスターゲット室概念図

入射直後の n 値は 0.75 が望ましいが、磁場が性能限界を越えないように n 値を変化させる必要がある。図-2 は現在の計算軌道である。入射ビームは陽子で 1.6 MeV としている。

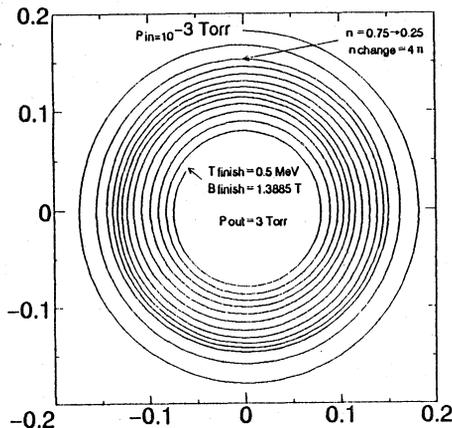


図-2 平衡軌道解析値

入射ビームはガスとの核反応の後、エネルギーロスし磁場により回転半径が小さくなるが、ビームの精度は悪くなる一方である。ビームの広がりの評価も必要不可欠であり、現在、エミッタンスも考慮に入れた軌道計算を行っている。

References

- 1) T.Hattori et al., Proc. 1986 Int. Conf. Linear Accelerator, (1986)377
- 2) T.Hattori et al., Proc. 1989 IEEE Part. Acc. Conf., CH2669-0(1989)944
- 3) T.Hattori et al., Proc. 18th Linear Acc., Meeting in Japan 18(1993)38
- 4) T.Hattori et al., Proc. 1986 Int. Conf. Linear Accelerator, (1986)377