

$^{10/11}\text{C}$ イオン生成・加速のための $^{10/11}\text{C}$ 分子生成・分離システムの開発 Development of $^{10/11}\text{C}$ molecule production/separation system for $^{10/11}\text{C}$ ion acceleration

放医研 ○片桐 健, 永津弘太郎, 北條 悟, 中尾政夫, 鈴木和年, 野田章, 野田耕司

NIRS ○K. Katagiri, K. Nagatsu, S. Hojo, M. Nakao, K. Suzuki, A. Noda, K. Noda

E-mail: tag410@nirs.go.jp

重粒子線治療における PET 装置を用いた照射野のリアルタイムイメージング技術の実現のために、陽電子放出核である $^{10/11}\text{C}$ 核種を一次ビームとして治療室へ供給する方法を検討している。この方法ではイオン源にて $^{10/11}\text{C}$ イオンを生成し、それらのイオンを後段の加速器(シンクロトロン等)により治療に必要なエネルギーまで加速する。この方法を実現する為には、高純度の $^{10/11}\text{CH}_4$ 分子を $\sim 10^{13}$ 個程度生成しなければならない。本研究の目的は、そのガスの生成を行う $^{10/11}\text{CH}_4$ 分子生成・分離装置を開発する事である。 $^{10/11}\text{CH}_4$ 分子生成・分離装置の模式図を図 1 に示す。この装置の真空チェンバーには、クライオクーラーにより冷却された不純物トラップとメイントラップが備わる。これらのトラップにより、蒸気圧の温度依存性が分子種ごとに異なることを利用して、 CH_4 分子とそれ以外の不純物分子の分離を行う。不純物トラップの温度は 100 K 程度に冷却され、比較的蒸気圧の低い分子 (CO_2 , H_2O 等) がその表面に凝縮する。メイントラップは 20 K 程度にまで冷却され、蒸気圧の高い分子 (N_2 , O_2) と CH_4 分子が凝縮する。このメイントラップにはヒーターが備わり、それにより温度制御を行うことで、 CH_4 分子、或はそれ以外の不純物分子を気化させて選択的に取り出す事ができる。平成 25 年度より装置の設計・製作を開始し、これまでにその装置と非放射性メタン ($^{12}\text{CH}_4$) ガスを用いて基礎的な性能評価実験を行った。空気と CH_4 の混合ガスから、不純物である N_2 分子, O_2 分子, CO_2 分子, H_2O 分子を分離する実験を行った。この実験により、メイントラップ上に凝縮した N_2 分子, O_2 分子, 及び CH_4 分子が気化を始める温度が確かめられた。これらの温度を考慮しトラップ温度を設定する事で、45 倍以上多い N_2 分子を CH_4 分子から分離出来る事が確認された(図 2)。また、冷却前にはチェンバー内に多数存在した CO_2 , H_2O 分子については不純物トラップ上に留めることができ、 CH_4 分子から高い効率で分離出来る事が確認された。

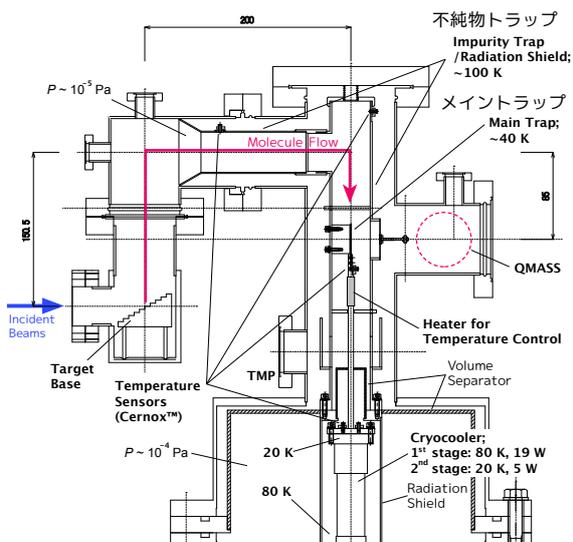


図 1: $^{10/11}\text{CH}_4$ 分子生成・分離装置

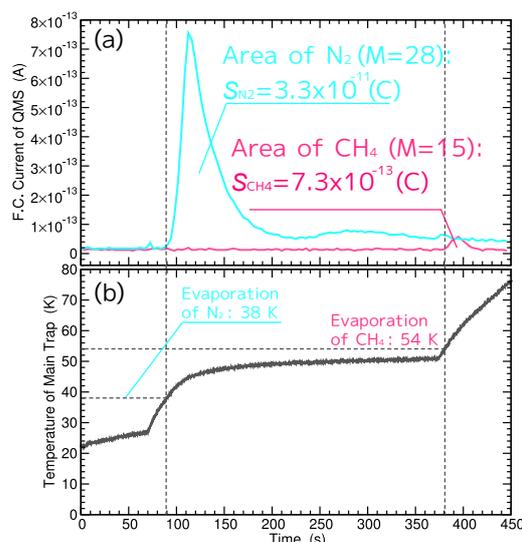


図 2: (a) 四重極型質量分析計 (QMS) によるイオン化電流の測定結果 (N_2 は N_2^+ , CH_4 は CH_3^+ を測定). (b) メイントラップの温度変化.