

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		RI ビームがん治療のためのパルス化イオン生成システムの開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Pulsed ion production for cancer therapy with radioactive ion beams			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓) カタギリ	名) ケン	研究期間 B	2016 ~ 2018 年
	漢字 CB	片桐	健	報告年度 YR	2018 年
	ローマ字 CZ	Katagiri	Ken	研究機関名	量子科学技術研究開発機構
研究代表者 CD 所属機関・職名		量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所・主任研究員			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>重粒子線治療のさらなる高精度化のために、照射野をリアルタイムに検証する技術の実現が期待されている。我々は、陽電子放出核である ^{11}C ビームを用いてこの技術の実現を目指している。本研究の目的は、^{11}C イオン生成システムに用いるパルス化イオン高効率生成システムを開発することである。本システムでは、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、不純物除去と ^{11}C 分子のパルス化取出しを、冷却/ジュール加熱機構を備えるメイントラップ上で行う。極低温での熱伝導率が高く、且つ適度な抵抗値を持つゲルマニウムプレートがこのメイントラップとして用いることを検討しシステムの開発を行った。放射性の $^{11}\text{CO}_2$ 分子の代わりに $^{12}\text{CO}_2$ 分子をこのシステムに入射させることで実験を行い、次の事柄を明らかにした：(1) 極低温にしたゲルマニウムトラップにより入射分子を凝縮・トラップできること、(2) ゲルマニウムにパルス電力を印加することにより、凝縮した分子の取り出しが行えること、(3) $^{12}\text{CO}_2$ 分子、及びそれ以外の不純物分子が取り出されるタイミングと温度の関係に再現性があること、(4) 事前に見積もりを行った極低温域におけるゲルマニウムの抵抗値と実際の抵抗値には差が生じたために、取り出される分子のパルス幅は 100—1000 ms となり目標の 10 ms には及ばなかったこと、また目標を達成するためにはさらなるコンデンサバンクの増強が必要であること、(5) ゲルマニウムトラップの温度計として用いるためには、温度変化に伴う膨張/縮小で生じる接触抵抗の変化を低減しなければならないこと。これらの実験と共に、PIC 解析により 1 価イオン源の効率向上としてイオン輸送系の改善を行った。それにより、(6) 得られる 1 価イオンの数量を 2 倍に増加できることも明らかになった。以上の結果をもとに、^{11}C イオン生成システムの最適化をさらに進め、投稿論文として纏める予定である。</p>					
キーワード FA	重粒子線がん治療	ISOL	イオン源		

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	ON-LINE EXPERIMENT OF SINGLY-CHARGED C-11 ION PRODUCTION							
	著者名 ^{GA}	Ken Katagiri, et al.	雑誌名 ^{GC}	<i>Proceedings of Particle Accelerator Society</i>					
	ページ ^{GF}	711~715	発行年 ^{GE}	2	0	1	8	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

If the irradiation field can be verified in real time in the heavy-ion cancer therapy, it will be possible to enhance the irradiation accuracy, leading to dose distributions of greater precision. Accordingly, we have proposed a method whereby ^{11}C ion beams are produced by an ion source and are subsequently accelerated; this is known as the isotope separation on-line (ISOL) method. The purpose of this study is to develop a pulsed-ion production system for the ISOL method. Using the difference of the vapor pressure among molecule species, the separation of the impurity and the pulsed-gas production were performed on a cold trap in the system. A germanium plate was employed for the cold trap to quickly heat up the cold trap and produce the pulsed gas by applying high-voltage-pulsed power to the plate. We performed experiments using $^{12}\text{CO}_2$ gas instead of radioactive $^{11}\text{CO}_2$ to investigate the performance of the pulsed-ion production system. We confirmed that using the germanium plate the separation of CO_2 molecule from impurities and pulsed-gas production were able to be successfully performed with good reproducibility. We also found that to reduce the time width of the pulsed gas the injection energy to the germanium plate needed to be increased by increasing the capacitance of the condenser bank in the pulsed power circuit.