

放射性同位元素のイオン注入による医療用線源の開発

日本原子力研究開発機構
量子ビーム応用研究部門
バイオ応用技術研究ユニット
ポジトロンイメージング動態解析研究グループ

渡辺 智

高エネルギー加速器研究機構
ミニワークショップ

平成18年8月

はじめ

R I からの放射線は、がん等の増殖が盛んな細胞を効果的に殺傷



がん等の治療のためのR I 線源を開発

心臓病

心筋梗塞、狭心症の治療法の問題（再狭窄）を克服

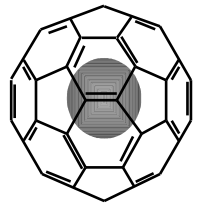
冠動脈再狭窄予防用放射性ステントの製造



がん

新規がん治療薬の可能性

R I 内包フラーレンの製造



放射性ステント、R I 内包フラーレンの製造に最適
同位体分離器（T I A R A - I S O L）によるイオン

冠動脈再狭窄およびその予防法

通常のステン
ト

再狭窄率
約20%

ステント内ステ
ント等による再
治療が必要

解決策

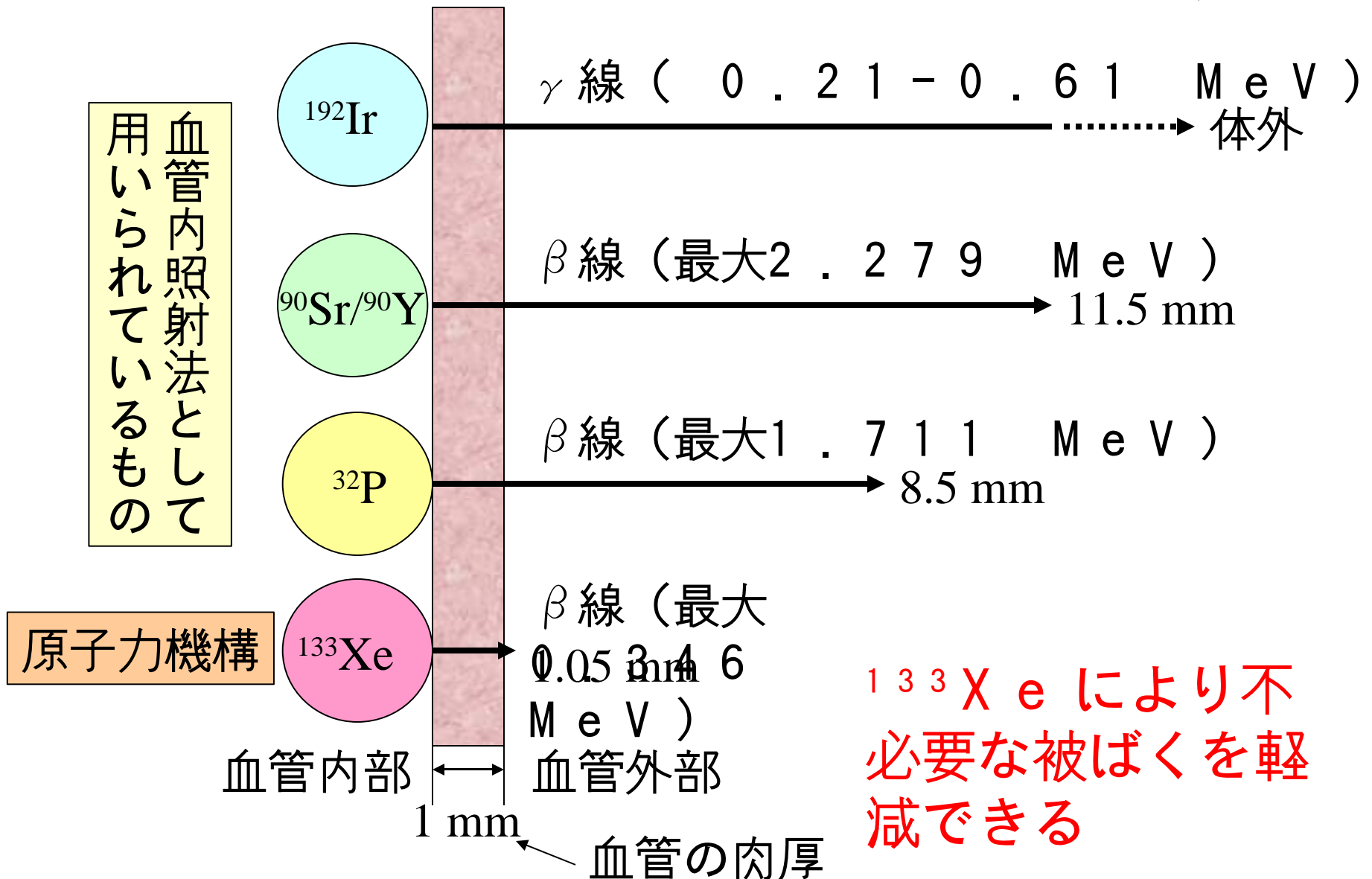
血管内照射法に
よる再狭窄予防

再狭窄率
低下

放射性ステント
(R I を通常のステンレ
ス製ステントに埋め込ん
だもの)

放射性同位元素からの放射線の飛程

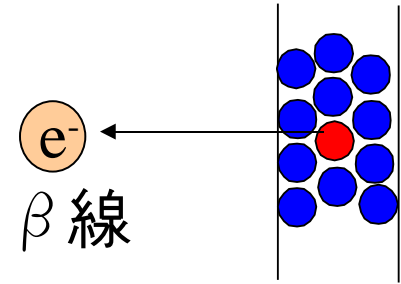
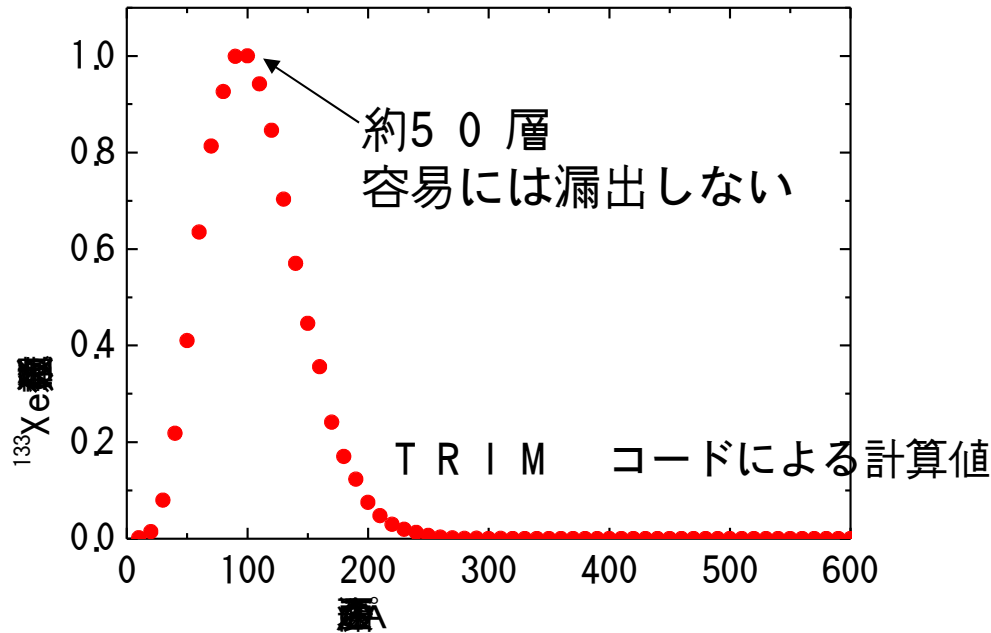
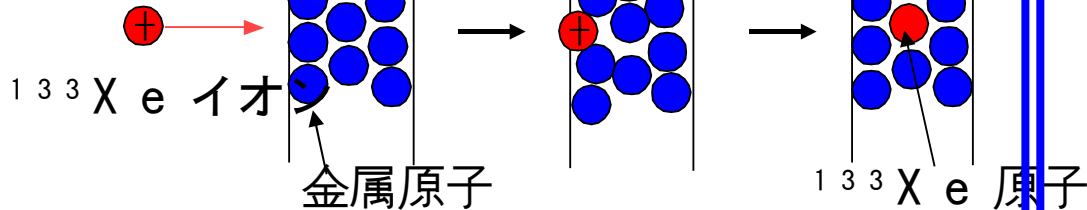
組織中（水）



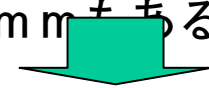
ステンレス製ステントへの ^{133}Xe イオン注入

ステンレスへの ^{133}Xe イオンの注入状態 ^{133}Xe から放出する β 線

ステンレス製
ステント

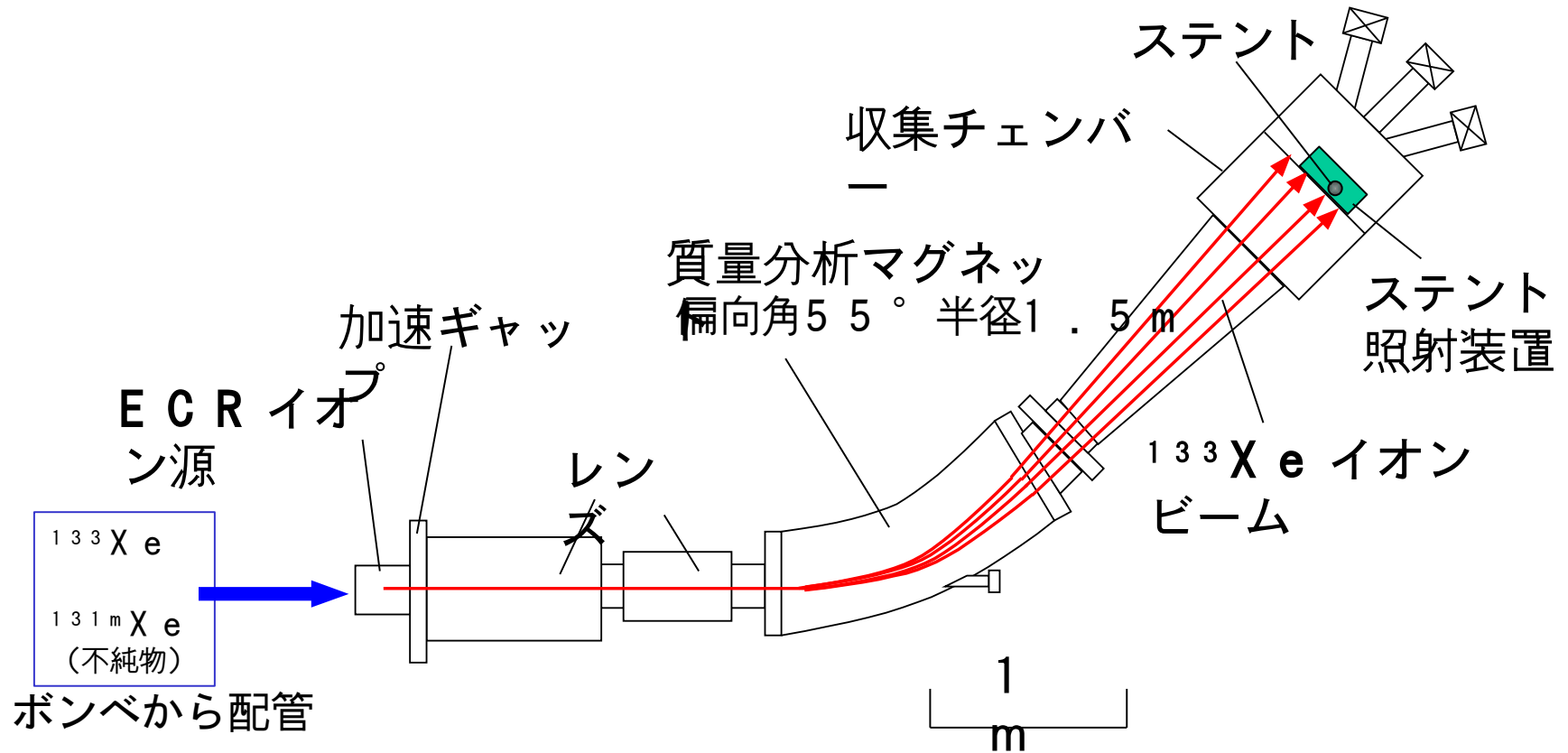


ステンレス(鉄)中での
 ^{133}Xe の β 線の最大飛程は、
0.2 mm である



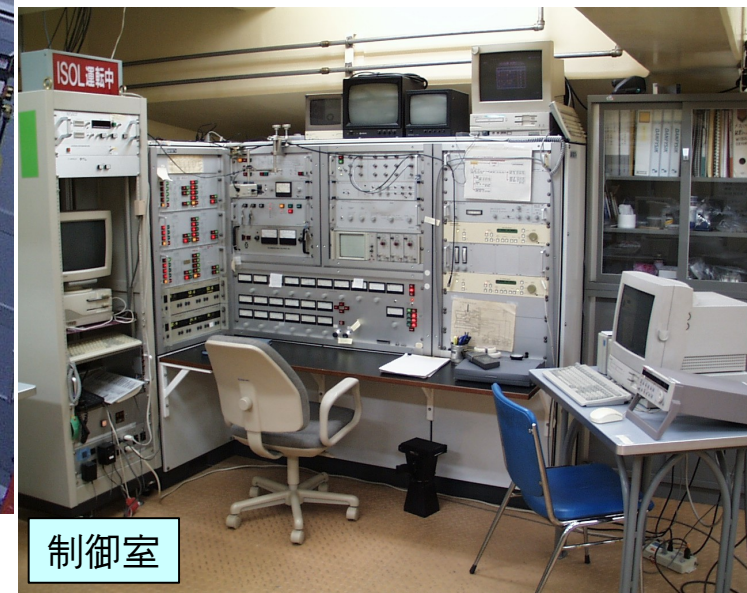
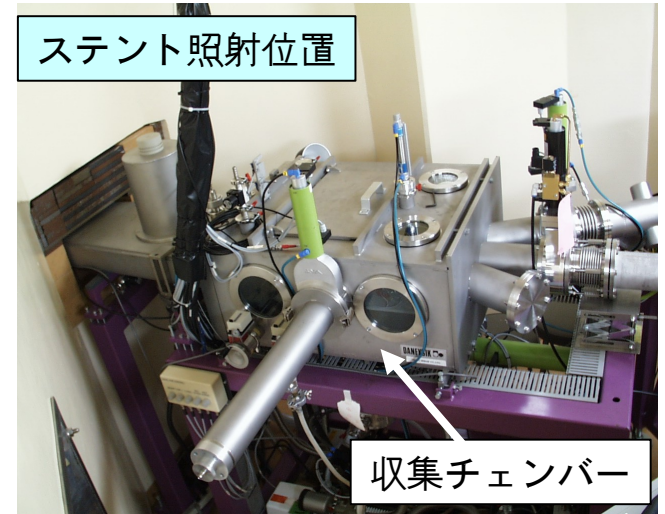
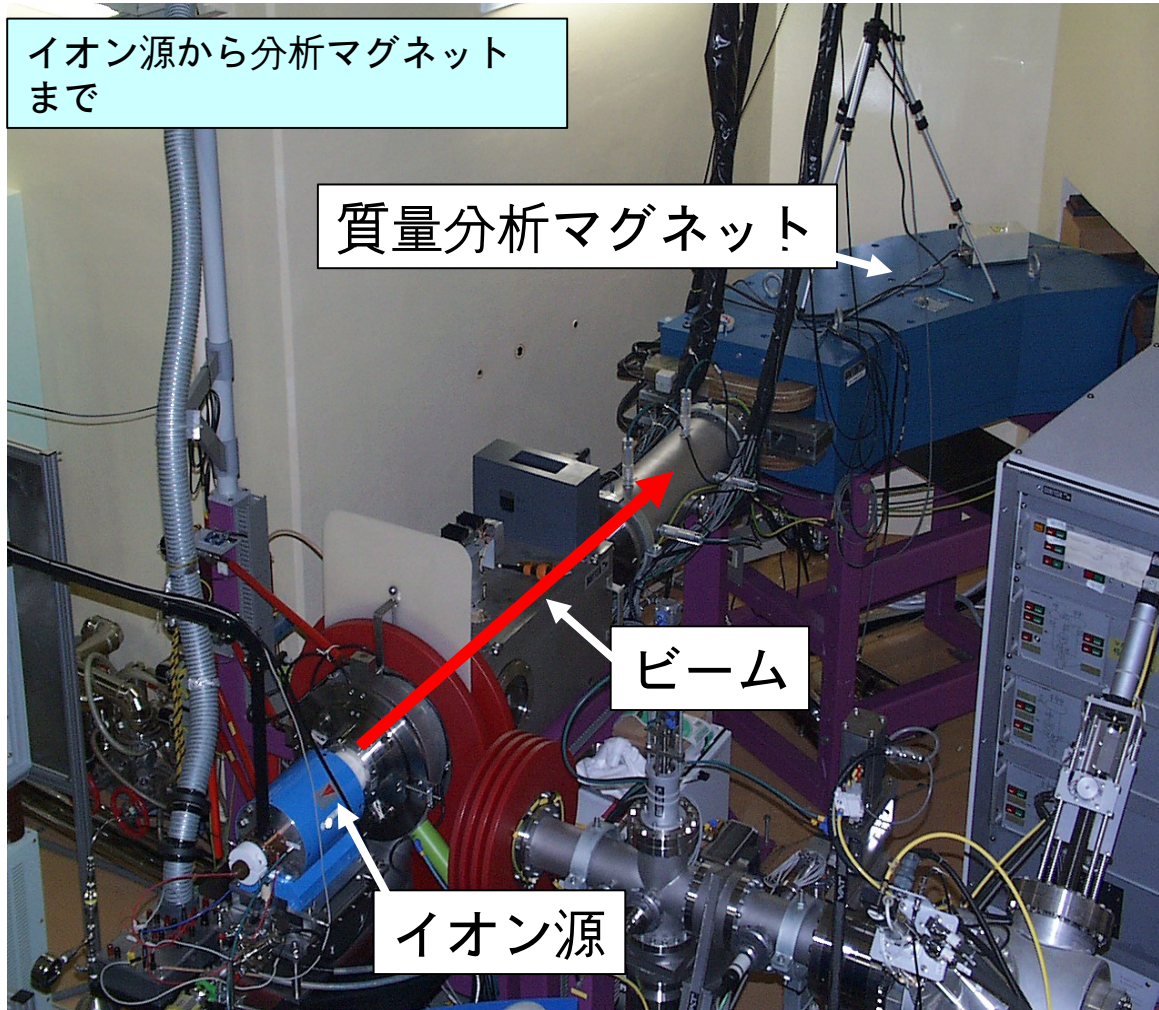
ステンレス100 Åを通過するときの β 線エネルギーのロスは無視できる。

同位体分離器を用いた ^{133}Xe イオン注入

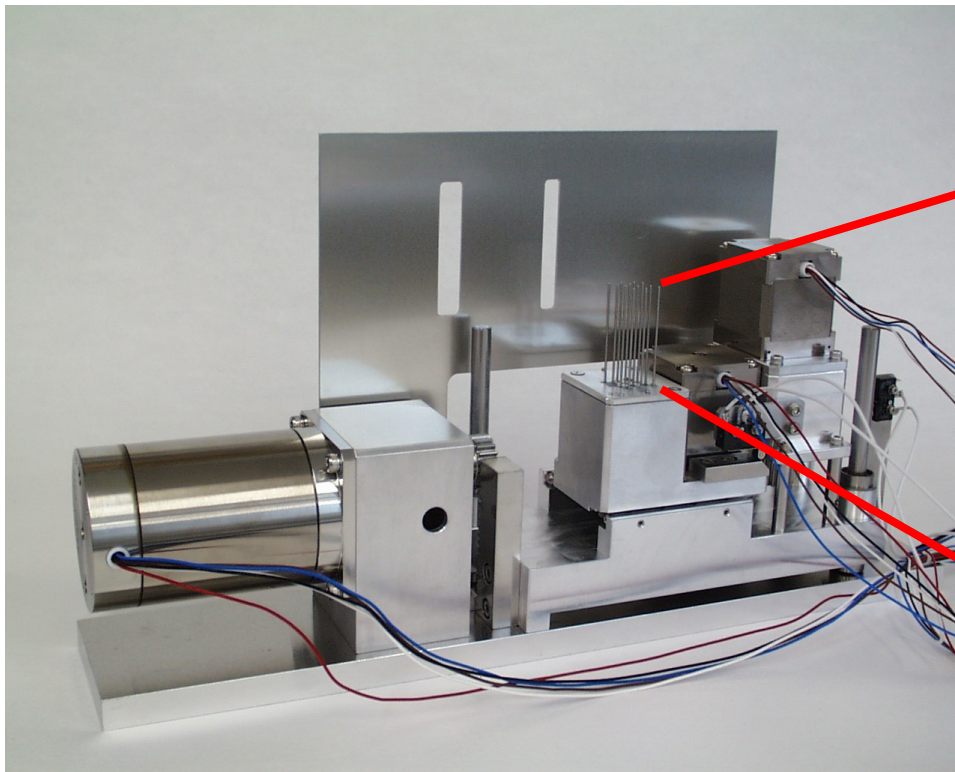


同位体分離器 (高崎T I A R A - I S O L)

同位体分離器

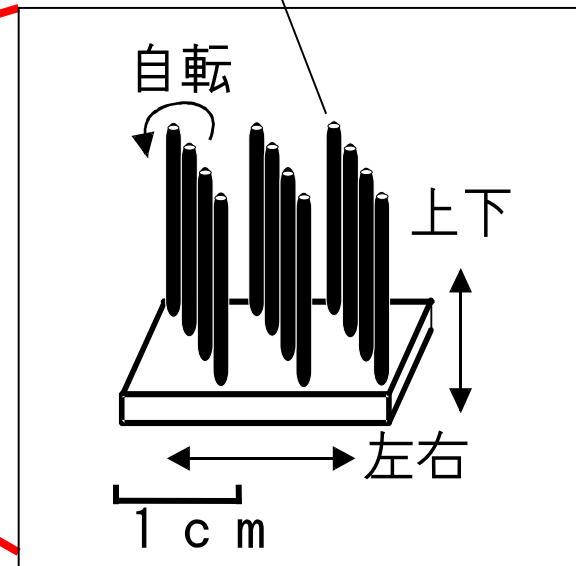


133 Xe イオンの円筒形ステントへの照射



ステント照射装置

ステントを串刺しに設置



ステント照射部分

複数個のステント表面に均一に注入可能

動物実験による再狭窄予防効果の評価

方法

放射エネルギーの異なる放射性ステント



ウサギの大動脈に留置



4週間後に血管内壁を観察

結果

放射エネルギー (k Gy)	吸収線量 (Gy)	評価
200	1.4	予防効果あり
2000	1.40	血管傷害

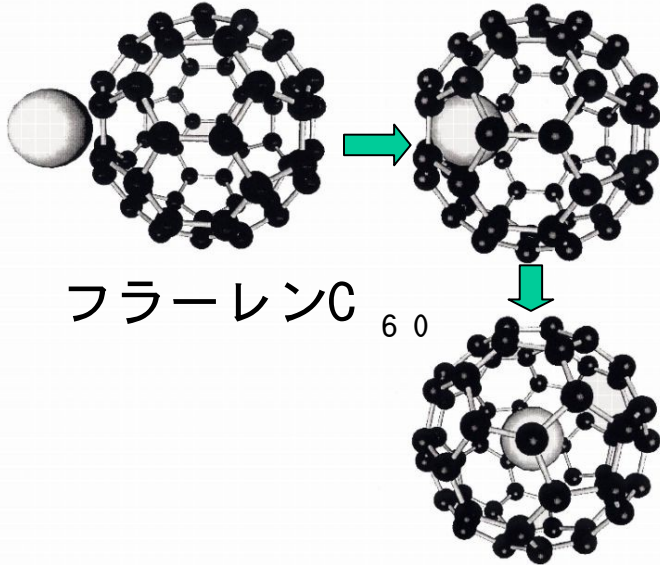
群馬大学医学部との協力研究

再狭窄を予防できることを実証

イオン注入法による ^{133}Xe 内包フラーレンの製造

イオン注入法による生成概念図

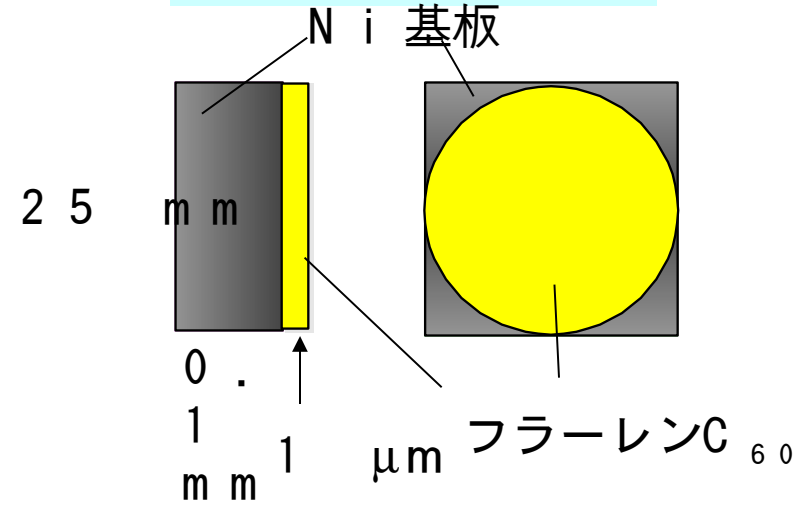
^{133}Xe イオン



フラーレン C_{60}

^{133}Xe 内包フラーレン

ターゲット作成



真空蒸着装置を用いてNi 基板に C_{60} を蒸着

^{133}Xe 内包フラーレン製造

フラーレンターゲットに同位体分離器を用いて ^{133}Xe をイオン注入

HPLCによる ^{133}Xe 内包フラーレン 生成確認

注入ターゲットをo-ジクロロベンゼン
に溶解

膜フィルターによる不溶物の濾
過

H P L C

カラム: ナ
カライテスク製5 P Y E

溶離液: o-ジクロロベン
ゼン

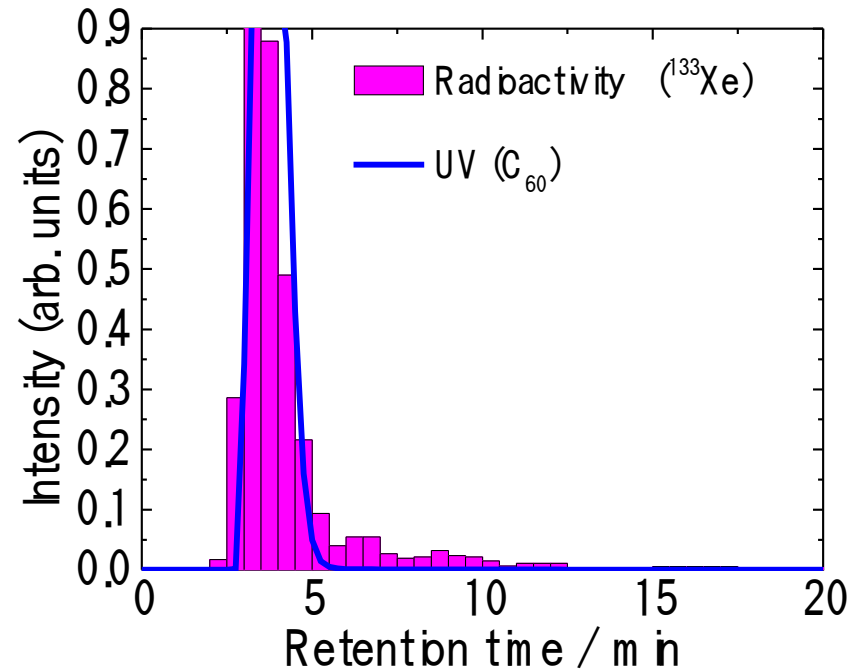
流速: 1

m l / m i n

フラーレンのUV検出(UV 波長:

3 2 9 n m)

フラクションコレクターによる分取

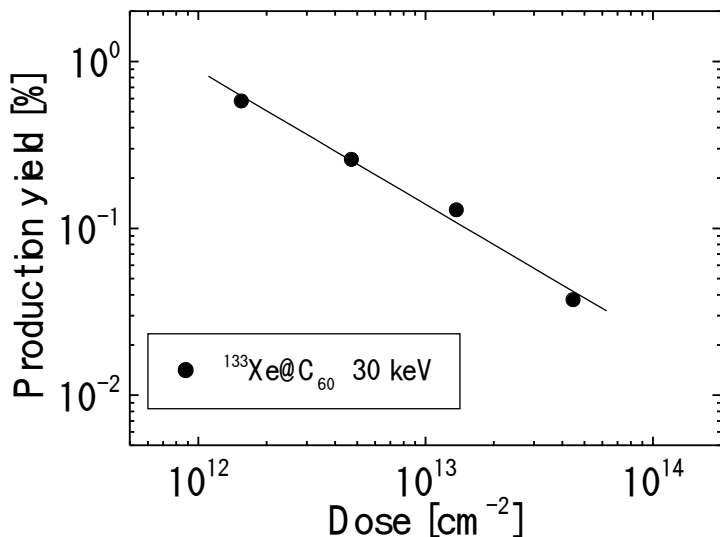


^{133}Xe 内包フラーレンの生成を確認

Dose と ^{133}Xe 内包フラーレンの生成率との関係

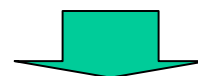
生成率%

$$= \frac{{}^{133}\text{Xe内包フラーレンの放射能}}{\text{注入した}{}^{133}\text{Xeの放射能}} \times 100$$



生成率

Dose の増加に従って



生成した ^{133}Xe 内包フラーレンおよびターゲットが注入 ^{133}Xe イオンにより破壊。

生成量は1回の照射で数 k B q

→生成量向上の必要



ターゲットが破壊されず、内包可能な 100 e V 程度に減速必要

今後の展開

1. RI 内包フラレーンの生成量向上

注入エネルギーを30 keV から100 keV 程度まで減速

→東海ISOL 末端のイオントラップ装置の使用

◆動物実験等の医療へ向けた研究が可能

◆ RI 内包フラレーンの利用分野が広がる

2. フラレーンへの様々な核種の内包

高崎ISOL はオフラインでECR イオン源（主にガス）

→東海ISOL を使用し金属元素核種等を内包

◆がんの診断・治療薬への可能性大

◆内包可能な元素の探索