

# 粒子ビーム応用研究

海洋安全システム科学科  
谷池 晃

我々は、写真のタンデム加速器を用いて水素や金属イオンを数MeVのエネルギーまで加速し、物質をイオンで照射した時に起こる変化の利用、及び、プラズマ物理を理解するための計測技術開発を行っています。数MeVの水素イオンの速度は**光速の10分の一程度**であり、原子中の電子と相互作用しやすい速度で、利用価値のある領域です。



M(メガ);  $10^6 =$  百万  
eV; 電子ボルト = 1価のイオンを1ボルトで加速した時にイオンが得るエネルギー

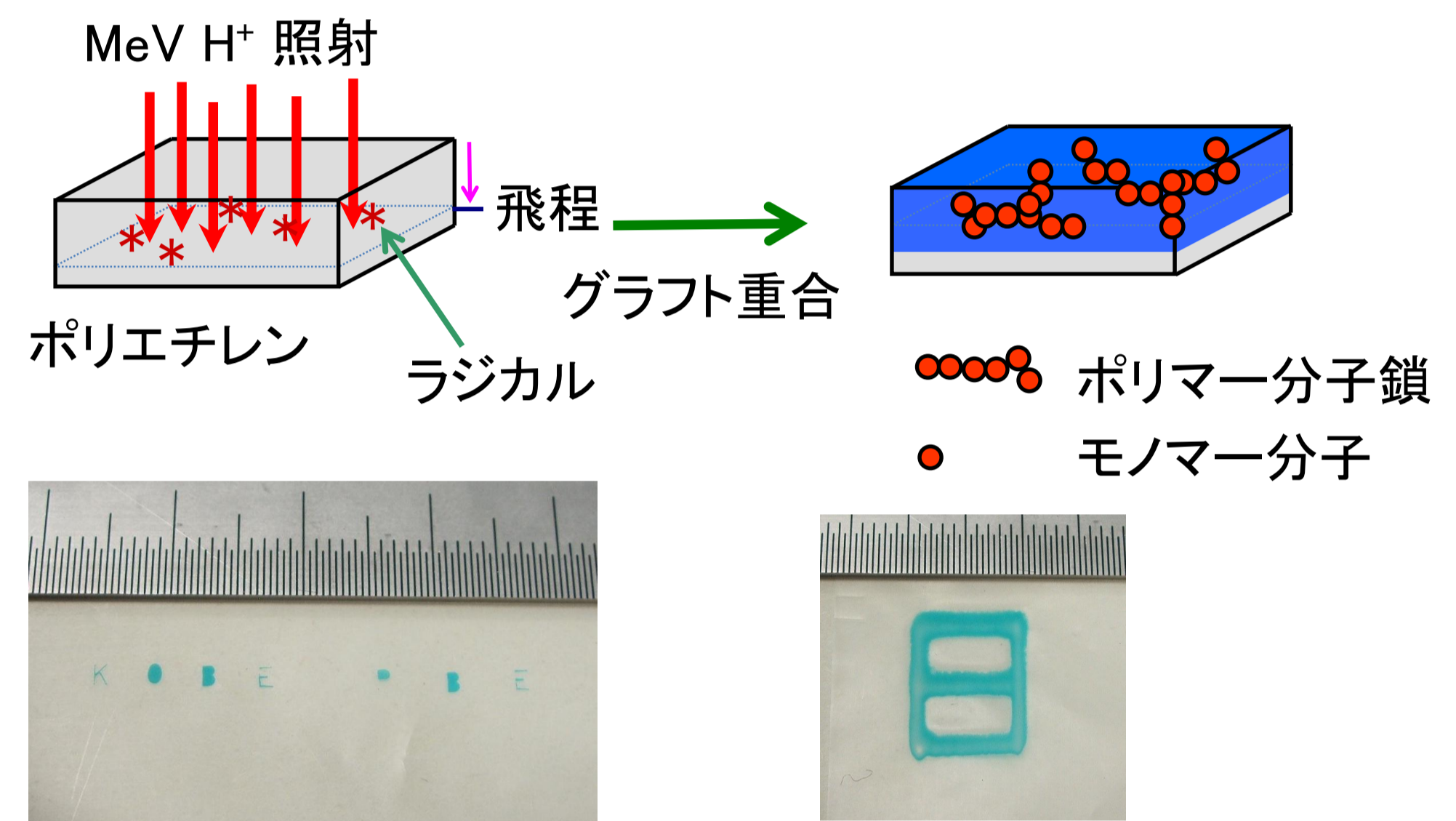
以下の手法で研究を行っています。

- (1)イオンビーム**照射**
- (2)加速器**分析**(非破壊分析)
- (3)原子・分子**衝突**実験
- (4)**原子核反応**を用いて生成した放射線の利用

## イオンビームグラフト重合法に関する研究 (1,2)

### 放射線グラフト重合法

放射線でポリエチレン等のポリマーを照射すると、分子が反応して**ラジカル**ができます。そのラジカルを起点として**グラフト重合**を行うと、元のポリマーの性質を保ちつつ、**新しい機能**を持った材料を作製することができます。マスクや消臭剤のような工業製品があります。本研究では放射線として**イオンビーム**を使用し、その特徴を利用した研究を行っています。



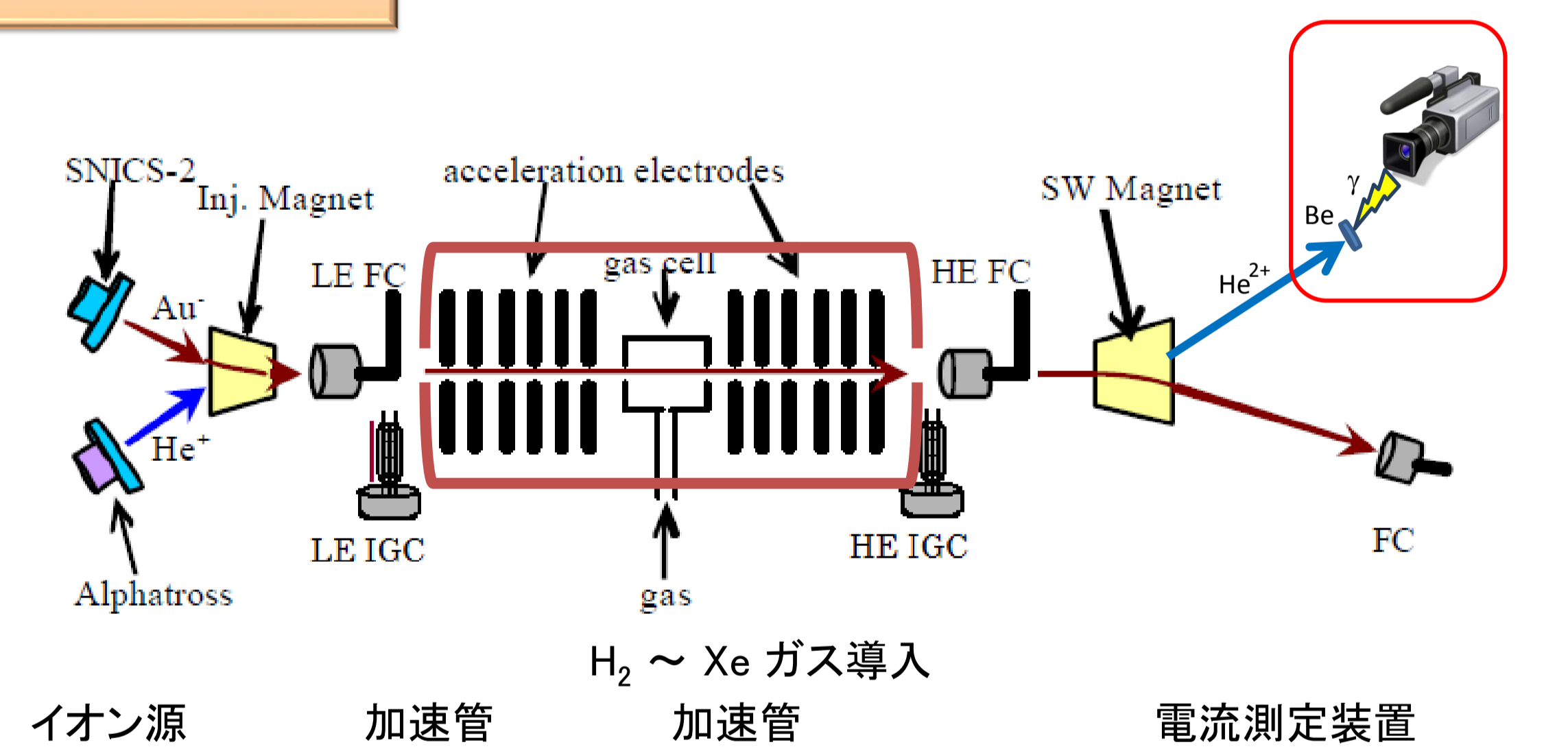
グラフト重合されたポリエチレン。青い部分がイオンビームが当たってグラフト重合された場所

**グラフト**: 接ぎ木  
**重合**: 単量体(モノマー)が連鎖反応を起こし、高分子(ポリマー)鎖になること。  
**ラジカル**: 共有結合が切れて、手がフリーな状態。炭素と水素の結合が切れたポリマー分子の状態。手が空いているので、活性であり、いろいろなものと反応する。

## プラズマ計測法に関する研究 (3, 4)

### 重イオンビーム

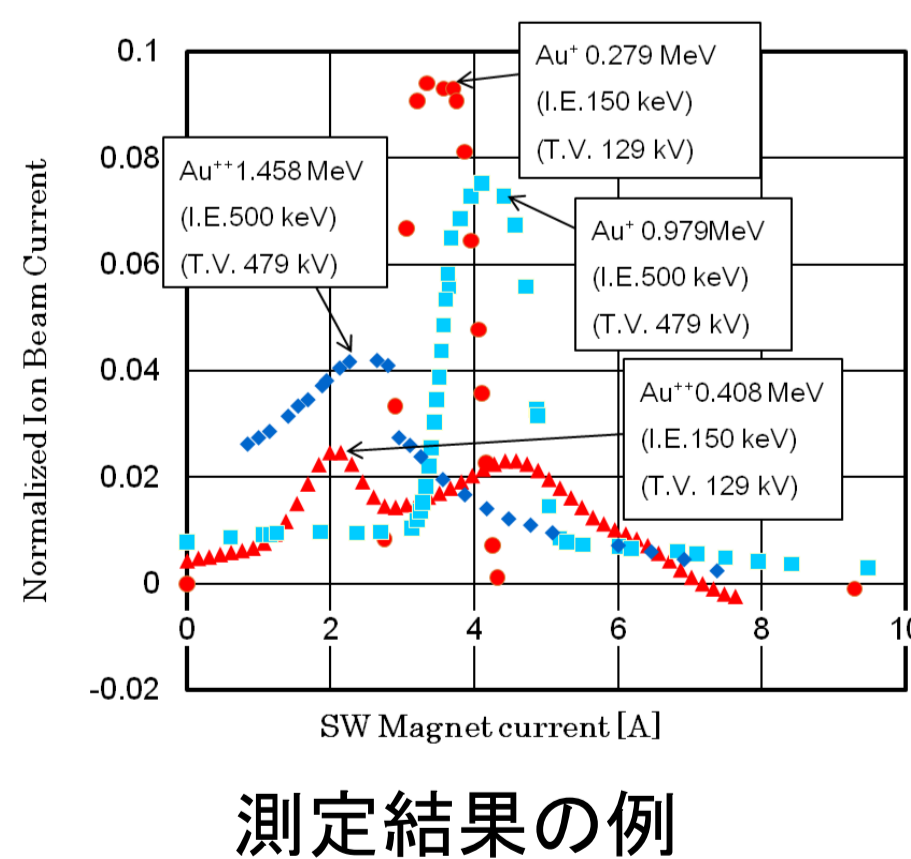
一般に重イオンはGeV程度に加速され、照射(人体のがん治療を含む)や原子核実験に利用されています。本研究ではエネルギーが1 MeV程度の重金属イオン、特に**金イオン**の原子との衝突実験を行っています。衝突される原子(分子)は水素分子( $H_2$ )からキセノン(Xe)までのいろいろなガスを使用しています。本研究では、衝突過程を考慮し、主に**重イオン**の各種反応確率を求める研究を行っています。



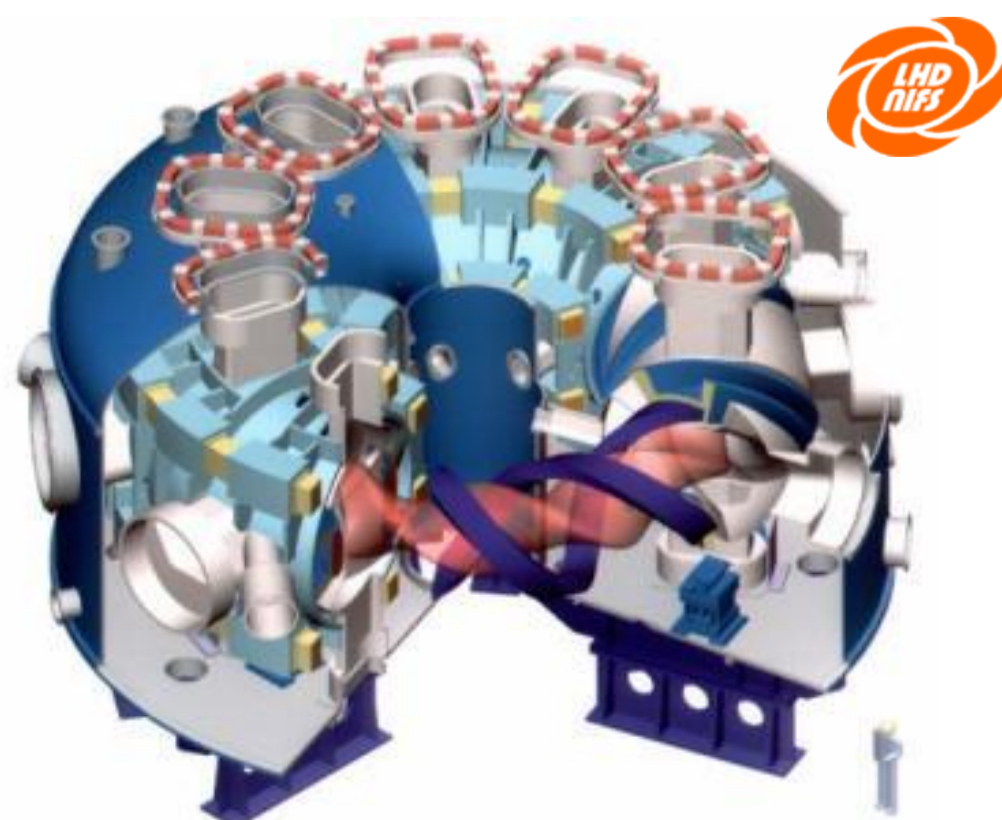
タンデムペルトロン型静電加速器を用いた重イオン衝突実験/ガンマ線発生概略図

### 重イオンビームプローブ法

**核融合炉**の候補であるトカマクにおいて、**プラズマ**は磁場で閉じ込めます。プラズマの状態(プラズマパラメータ等)を知ることは、核融合炉を用いて発電するために重要なことのひとつです。プラズマパラメータの一つであるプラズマの電位分布測定を行う方法として、粒子ビームを内部に打ち込み出てきたイオンを測定する、**重イオンビームプローブ法**があります。イオンは強力な磁場で曲げられるので、**重くてエネルギーの高いイオンビーム**が必要となります。この為の基礎特性の取得にも役立ちます。(大型ヘリカル装置で使用されています。)



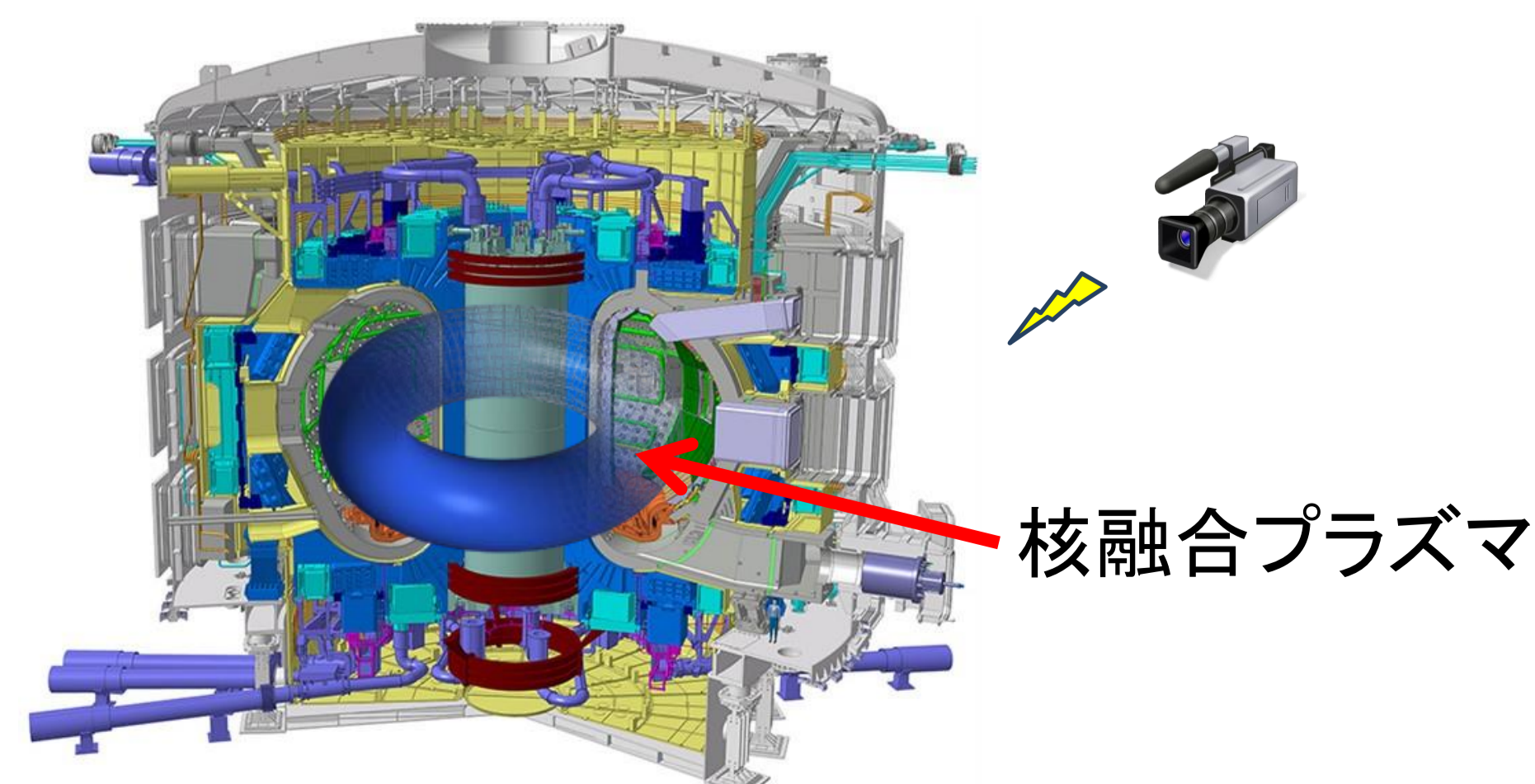
測定結果の例



核融合科学研究所の大型ヘリカル装置 (LHD)

### ガンマ線カメラ

核融合炉において、原子核反応で生成したヘリウムがプラズマ壁と衝突した際に生じるガンマ線(比較的高エネルギー; 4.44 MeV)を計測することによって、プラズマ閉じ込めに関する情報を得ることができます。我々はその発生位置を観測できるようなガンマ線カメラの開発を行っています。



国際的熱核融合実験炉(ITER)