

理研仁科加速器研究センター ○神原正, 吉田 敦, 羽場宏光

はじめに

＜RIによる機械部品の摩耗検査＞

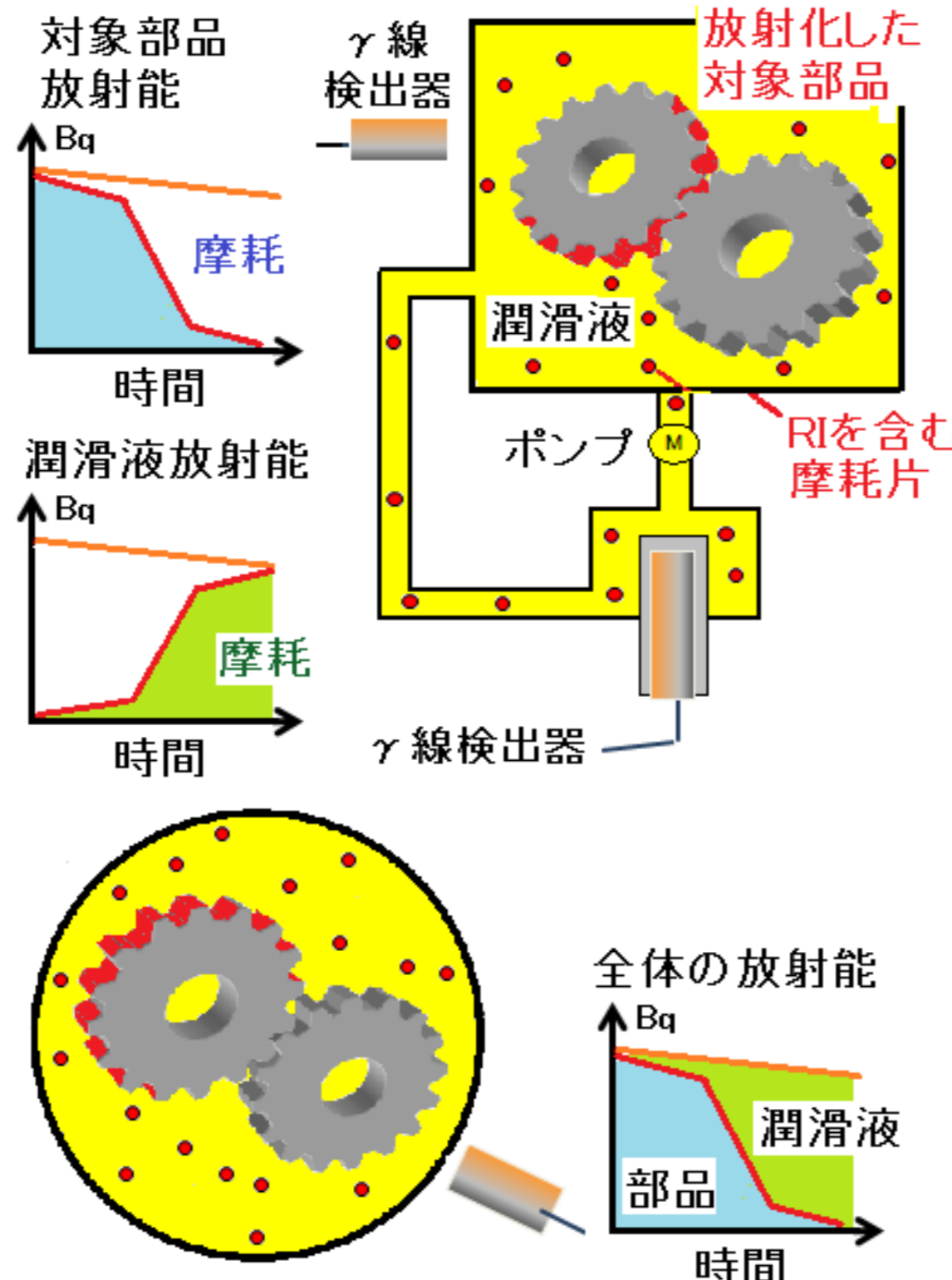
機械部品の摩耗を運転中に実時間・非接触で評価。

対象となる部品の摺動部分をイオン照射で放射化、

機械を運転しながら潤滑液を循環させて取出す。

対象部品の放射能の減少、あるいは摩耗片による潤滑液の放射能の増加を外部から測定。

従来法は循環系を持たない閉鎖系に適用できない。



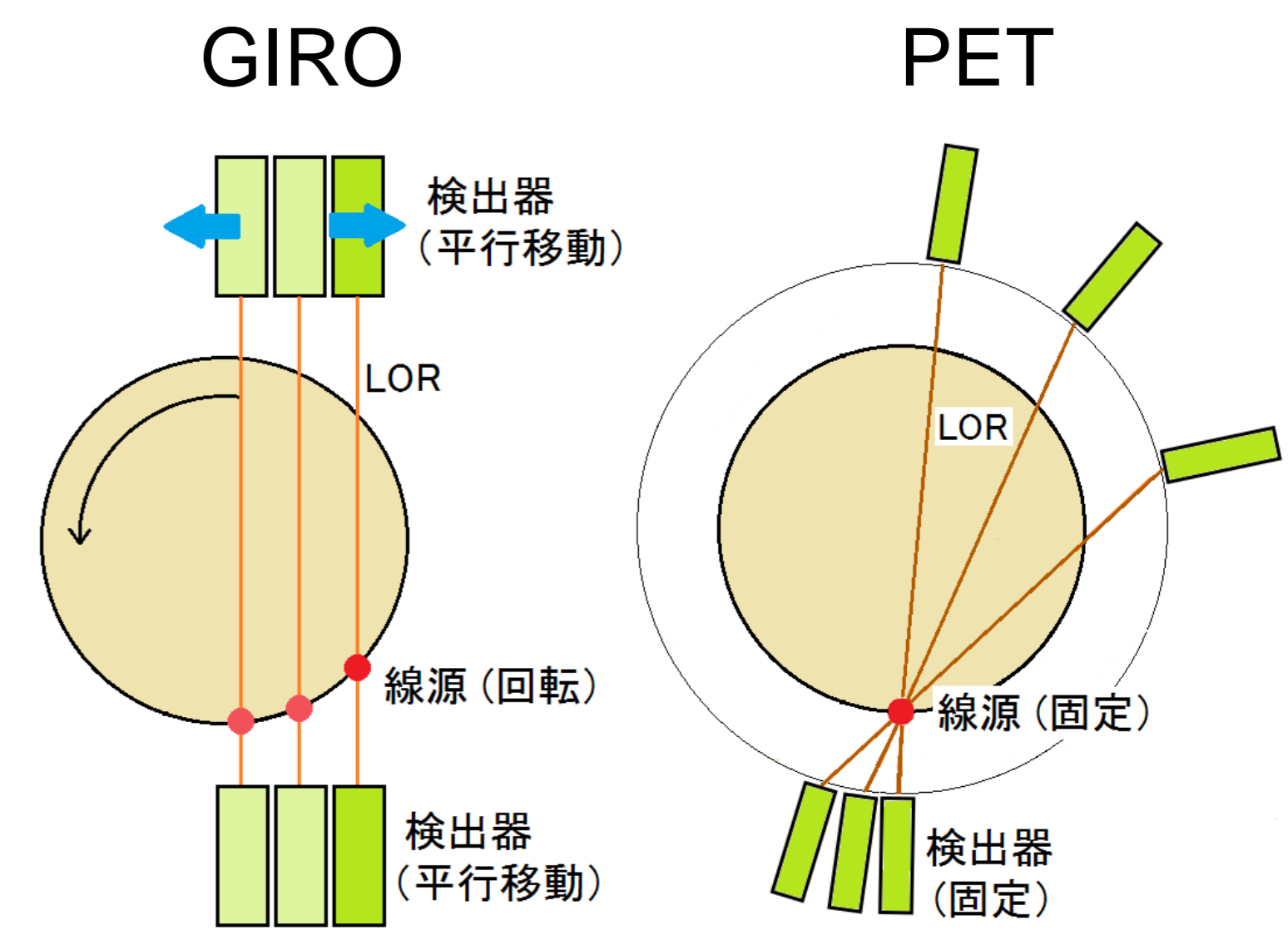
＜GIRO：RIの2次元分布再構成＞

陽電子放出核の空間分布を可視化する方法(Gamma-ray Inspection of Rotating Object: GIRO, 文献1)を開発。

PETと同じ原理、測定対象の回転を利用、安価・簡便な装置、

RIの空間分布の遅い時間変化を計測、高速回転でも適用可能。

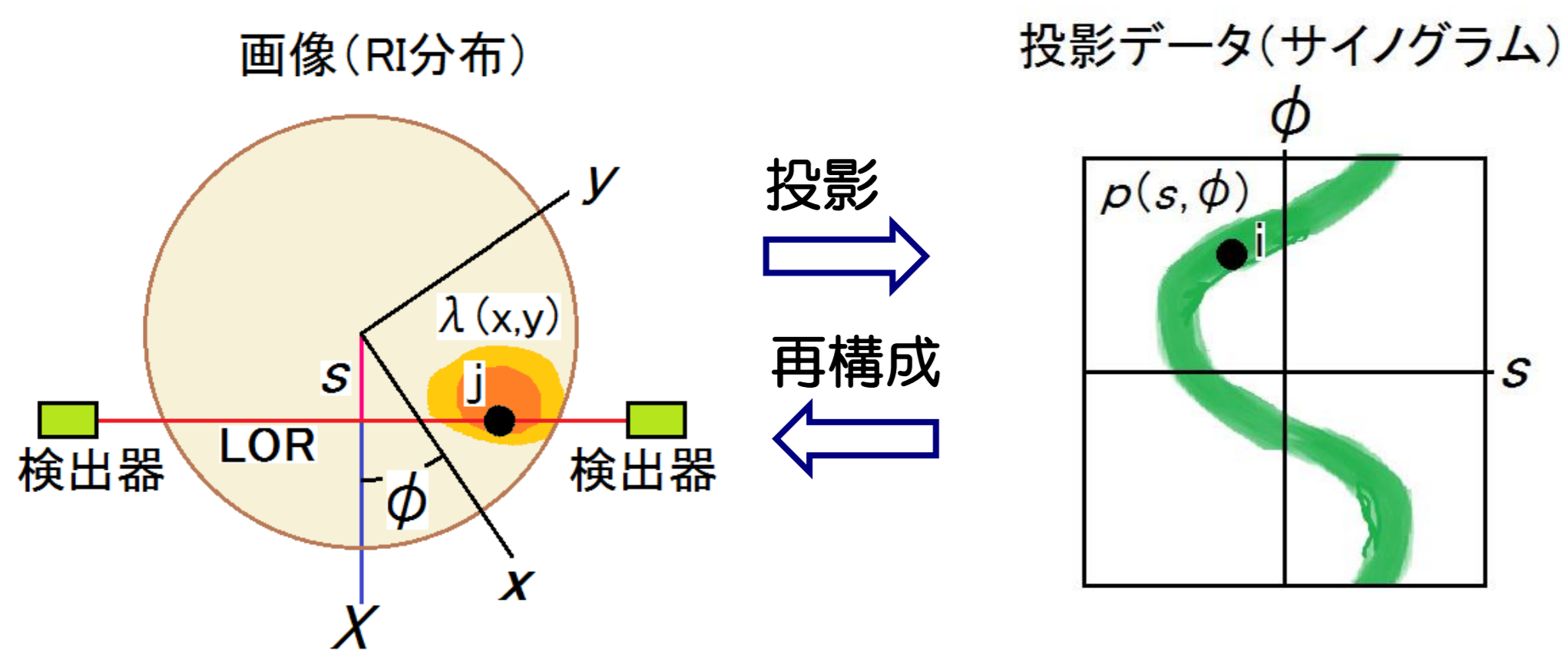
＜GIROとPETの比較＞



＜金属材料の陽子照射で生成するβ+核種＞

材料核種	⁵⁶ Fe	²⁷ Al	⁶⁵ Cu	⁵² Cr	⁴⁸ Ti
生成RI	⁵⁶ Co	²² Na	⁶⁵ Zn	⁵² Mn	⁴⁸ V
半減期	77.3 d	2.6 y	244 d	5.6 d	16 d

RI分布の投影と再構成



投影
RI分布 $\langle \lambda(x,y) \rangle$ を回転角度 ϕ ・LOR位置 s でスキャンしてサイングラム $\langle \rho(s,\phi) \rangle$ を得る。
角度(ϕ) 200分割、位置(s) 75分割

再構成
ML-EM法(逐次近似法:文献2)で逆投影
1辺150mmの正方形を2mm角ピクセルで分割

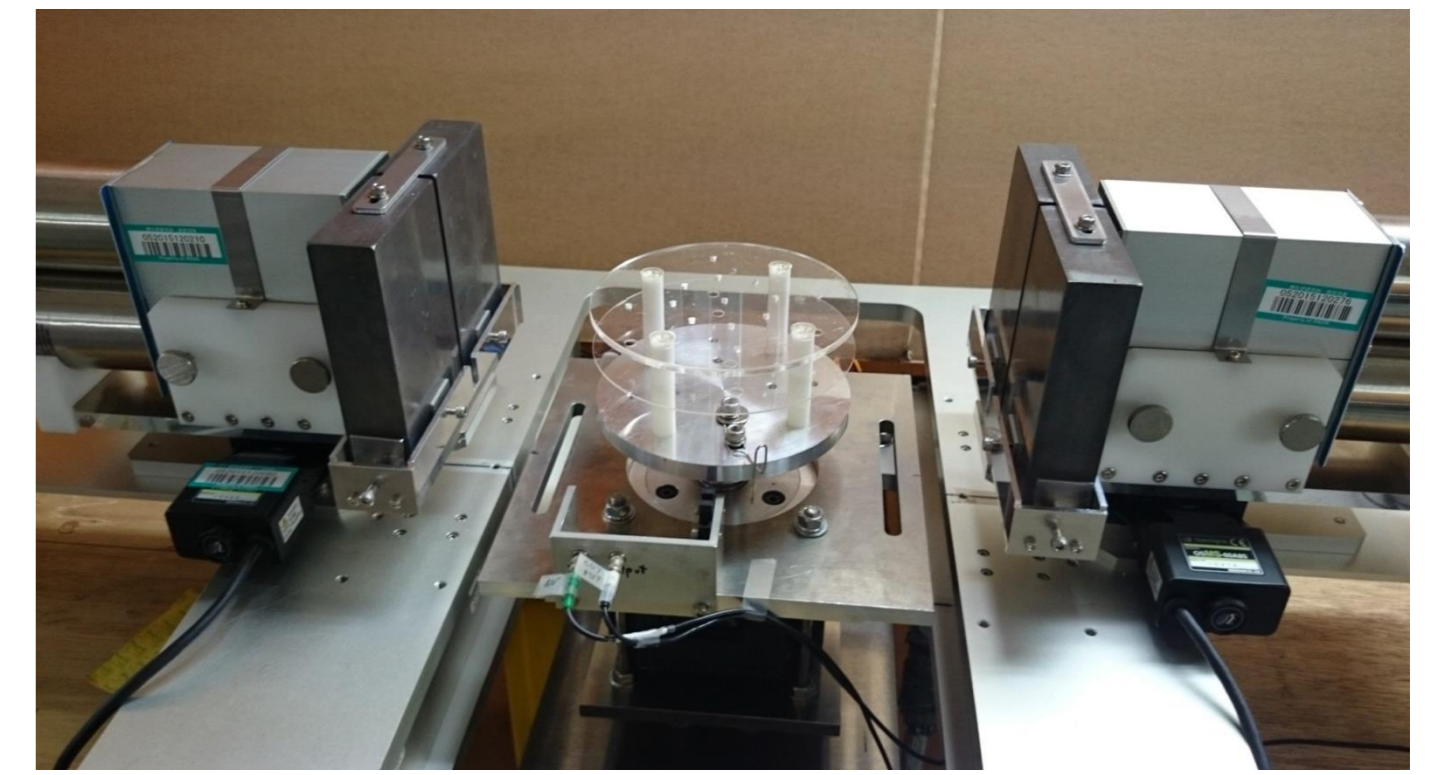
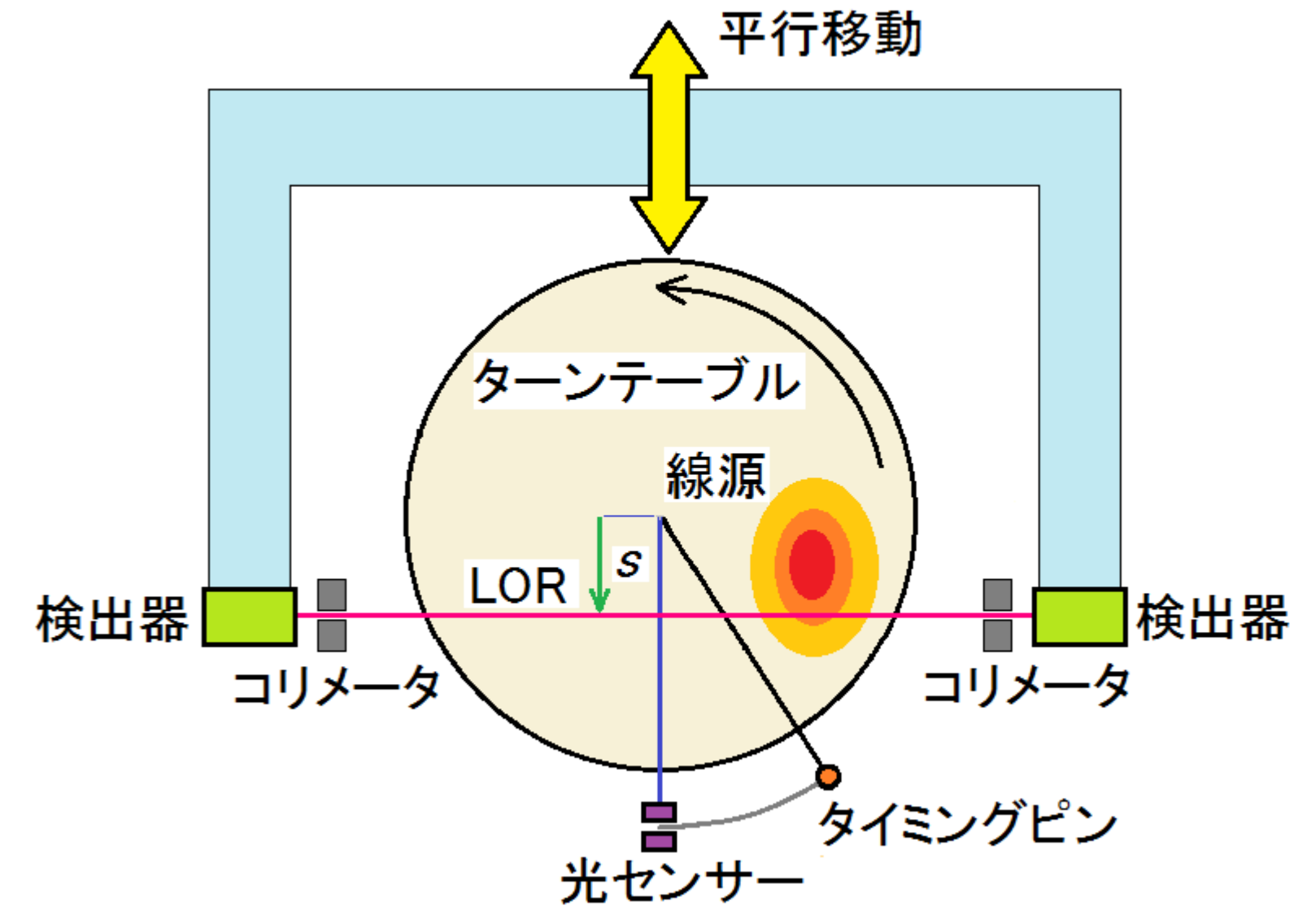
装置概要

連続回転するターンテーブルの両側で一对のNaI(Tl)シンチレーション検出器が平行して往復運動する。

各検出器は鉛製の垂直スリットでコリメートされる。スリットを結ぶ直線で定義されたLORがターンテーブル上の線源をスキャンする。

511keVガンマ線の同時計測事象が検出器の位置とターンテーブルの角度とともに記録される。

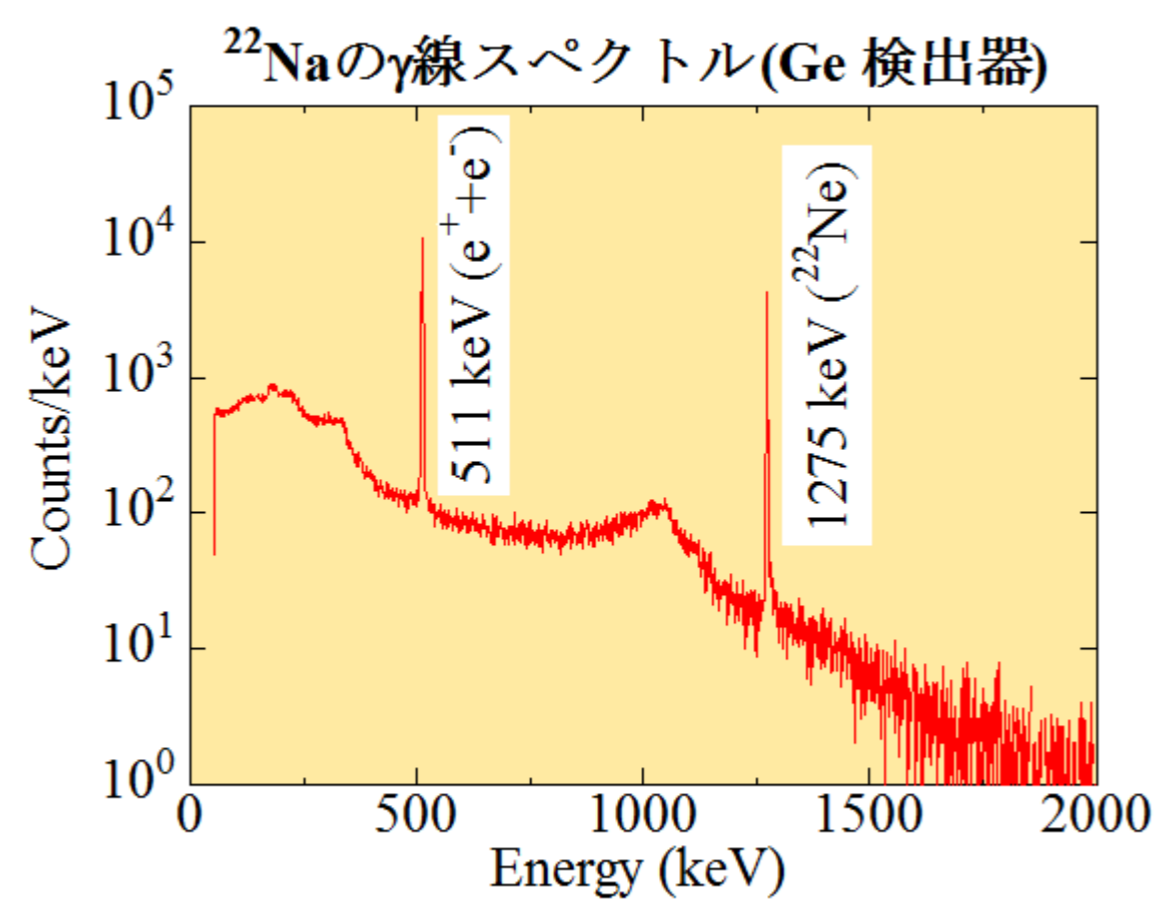
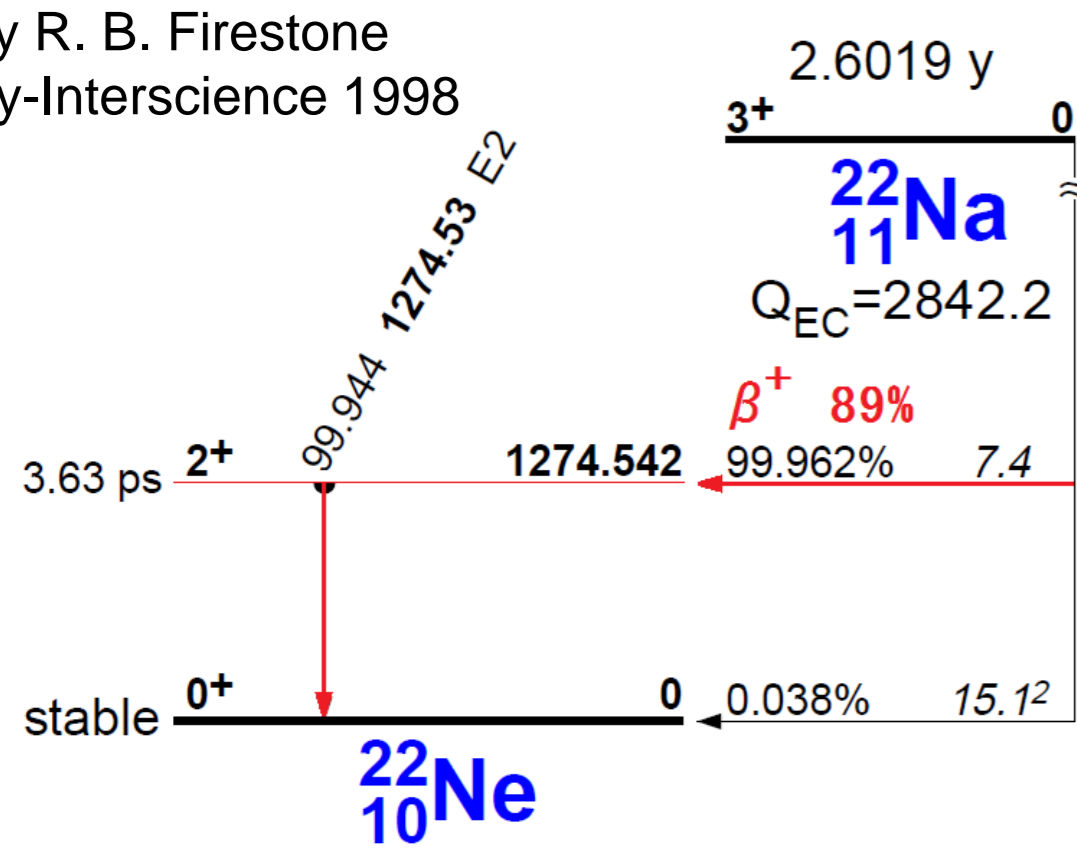
- 検出器: NaI(Tl) 5cm × 5cm × 10cm 4台
- コリメータ: 厚さ3cm鉛板、幅4mmの垂直スリット
- ターンテーブル: 直径14cm
- 回転速度: 150rpm
- 回転角: タイミングピンと光センサーで測定
- 並行移動: ±74mmを2mmステップで往復移動
- 測定時間: 面線源で24時間、点線源で約2時間



結果

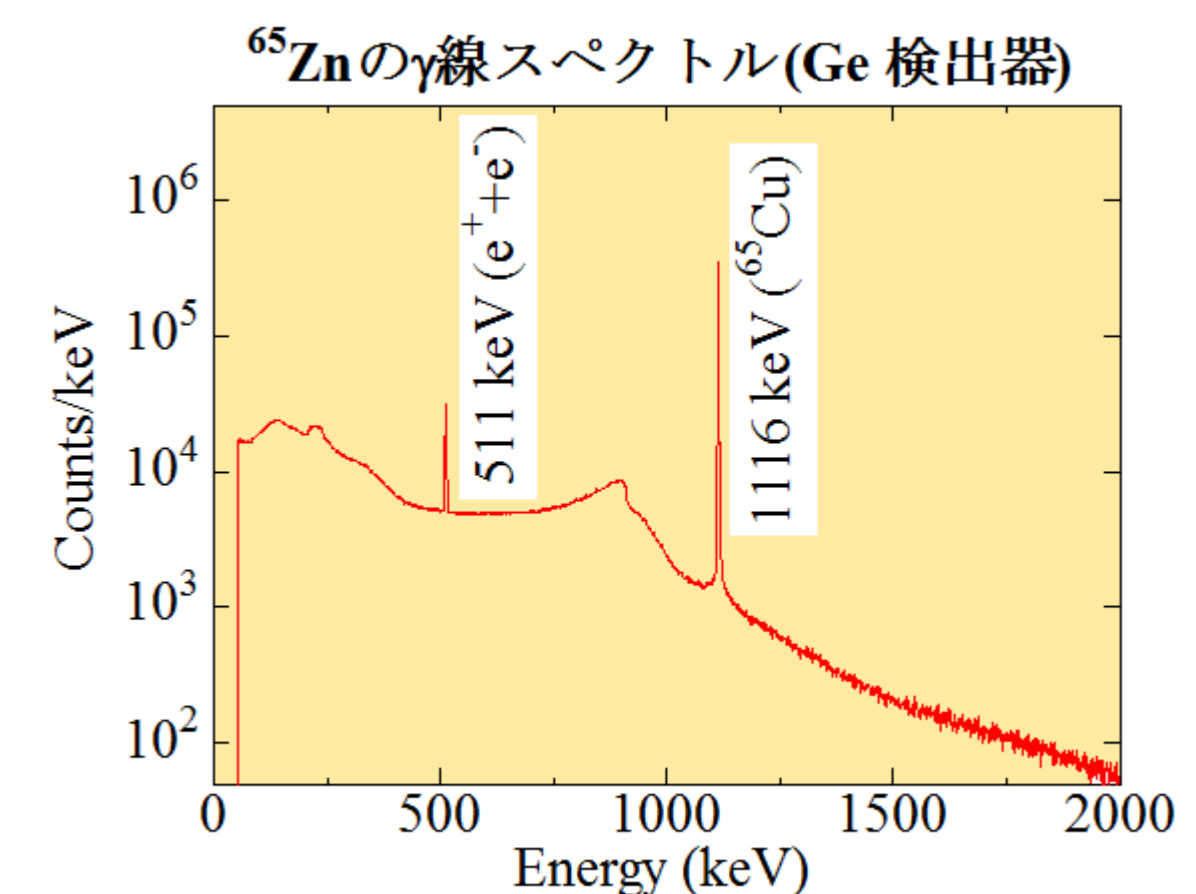
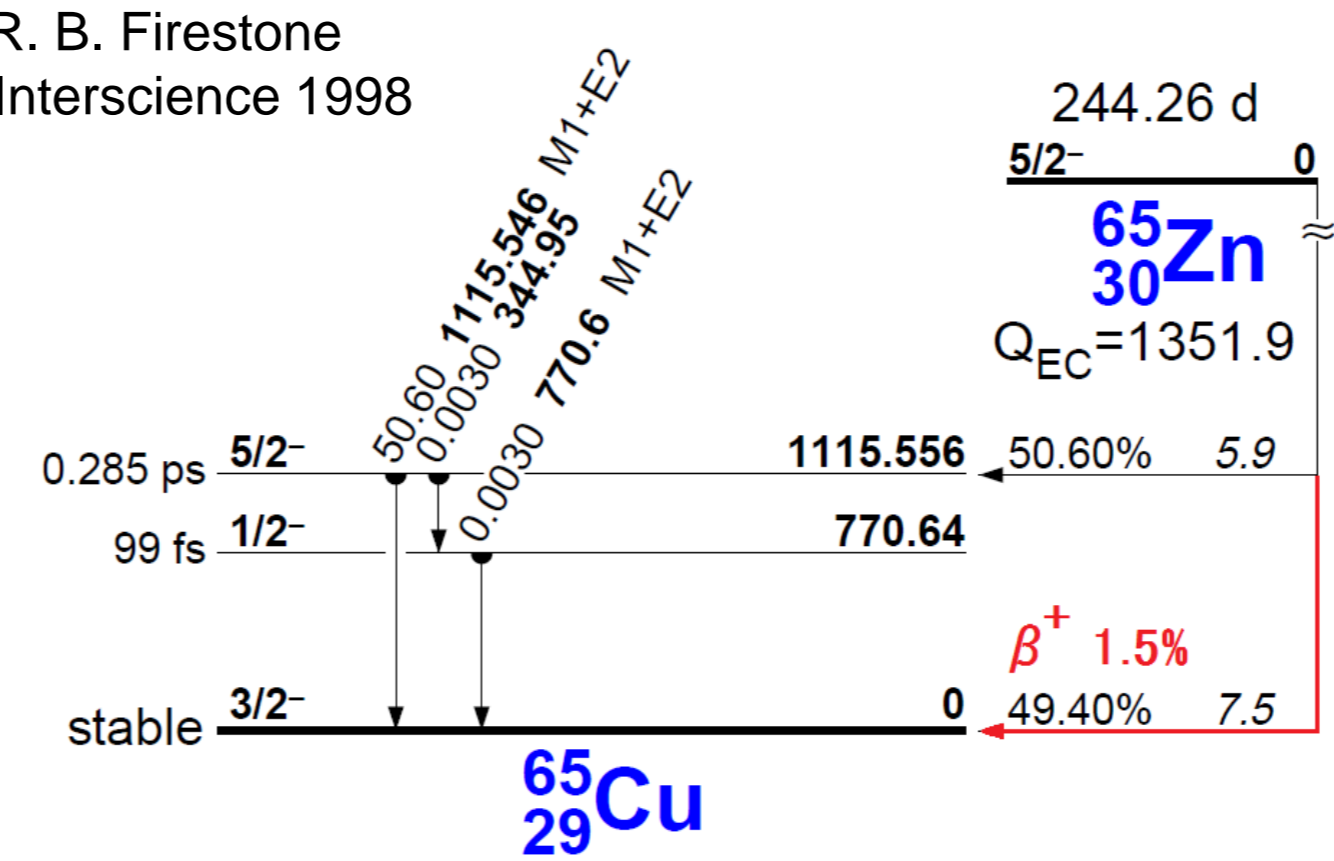
＜²²Na＞ 1275keVのγ線が同時に放出

Table of Isotopes Eighth Edition by R. B. Firestone Wiley-Interscience 1998

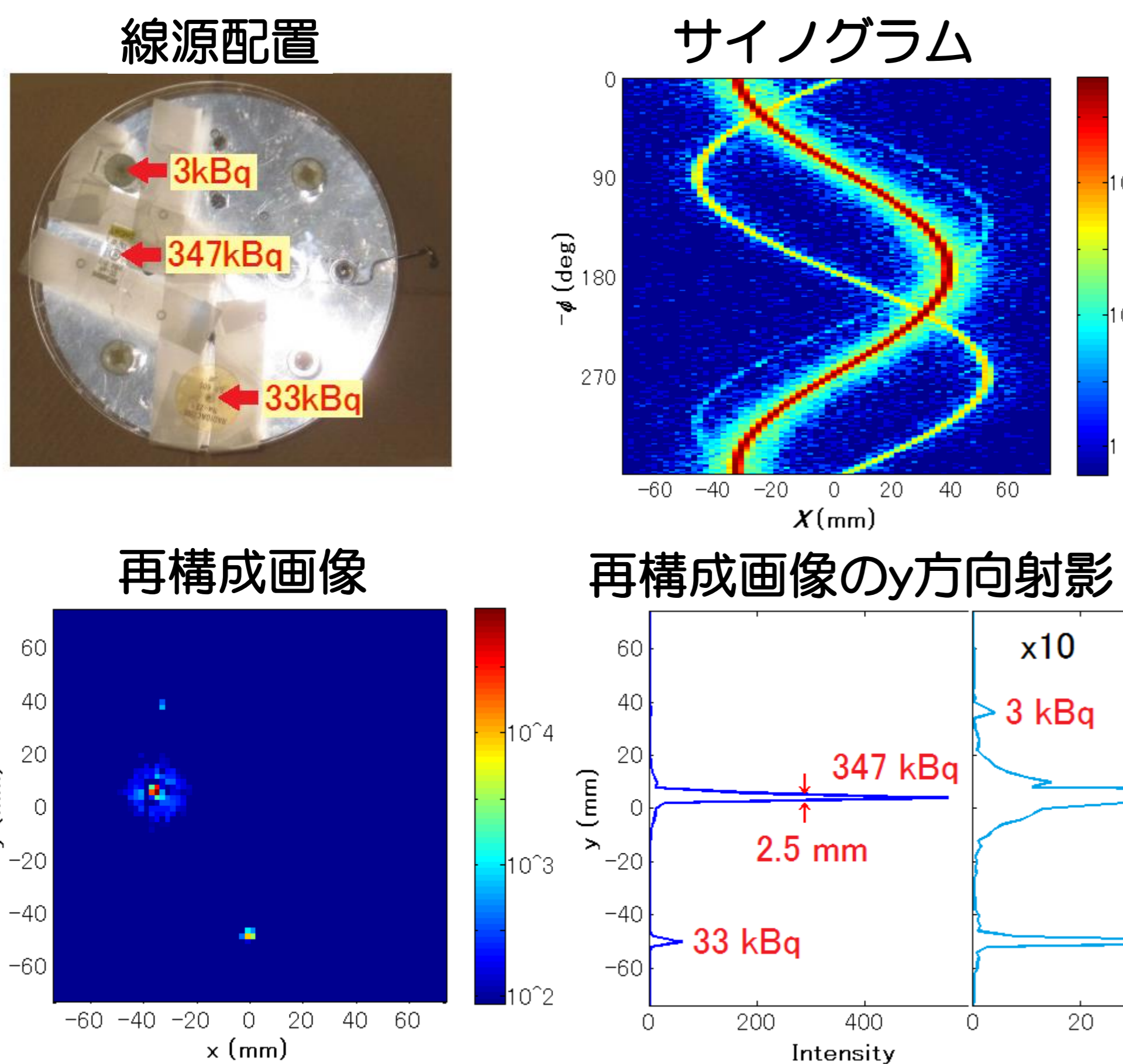


＜⁶⁵Zn＞ 1116keVのγ線が30倍の強度で放出

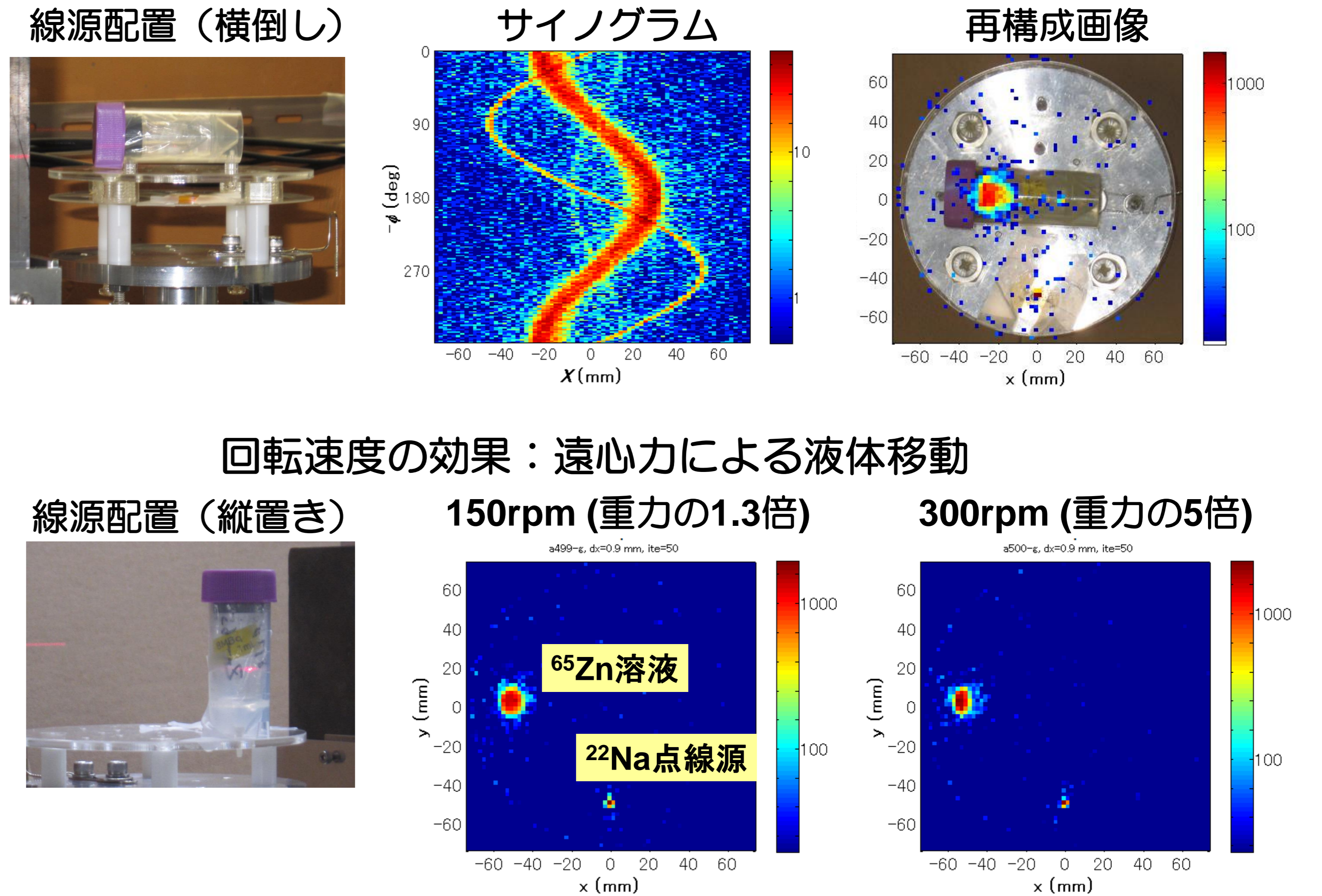
Table of Isotopes Eighth Edition by R. B. Firestone Wiley-Interscience 1998



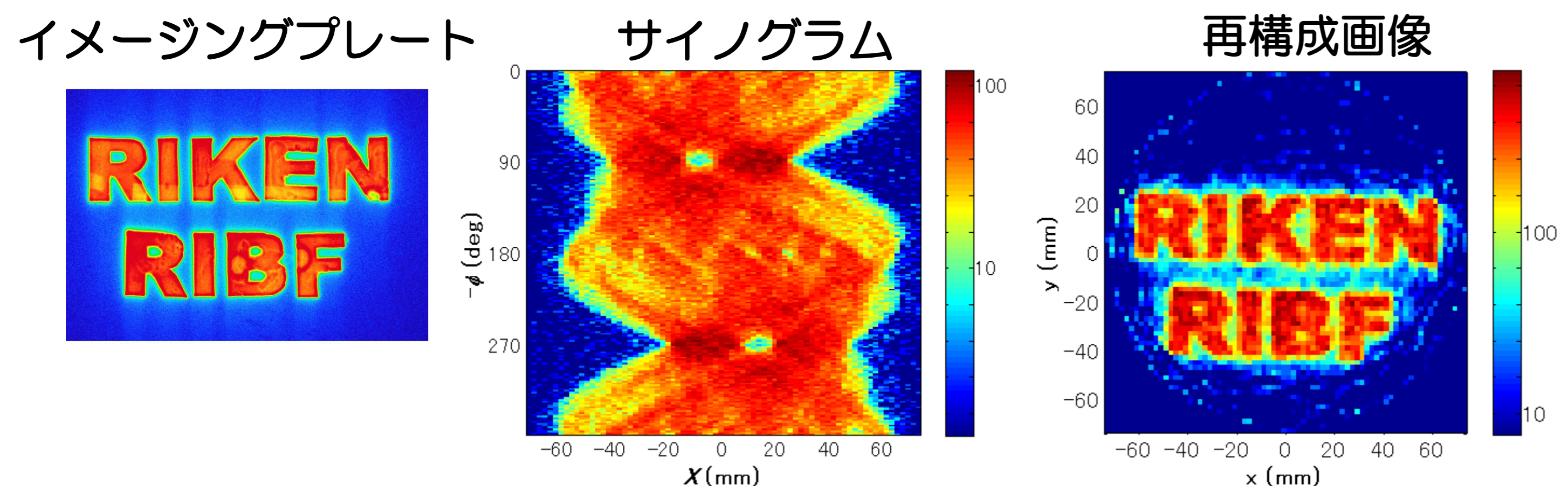
●点線源3個 (347kBq, 33kBq, 3kBq)



●0.1M塩酸溶液 (8MBq, 1mL, 3mLバイアル)



●面線源: 文字型のろ紙にRI溶液をしみこませて乾燥 (0.9 MBq)



今後の計画

- SPECTモード測定の可能性
- RIの3次元分布に関する情報取得の可能性
- 実際の機械部品摩耗を模した測定
- 核種の拡大: 産業上有用な ⁵⁶Co, ⁴⁸Vなど

参考文献・知財

- 1) T. Kambara, A. Yoshida, and H. Takeichi, Nucl. Instr. Meth. A 797 (2015) 1-7, 特願 2014-34417
- 2) 篠原広行、中世古和真、坂口和也、橋本雄幸、「逐次近似画像再構成の基礎」、医療科学社。

謝辞

本課題は、公益財団法人NSKメカトロニクス技術高度化財団の「メカトロニクス技術高度化研究助成(2013年度)」を受けて行いました。