

SPECT・PET同時イメージング装置

量子科学技術研究開発機構

量子生命・医学部門

量子医科学研究所

先進核医学基盤研究部

イメージング物理研究グループ

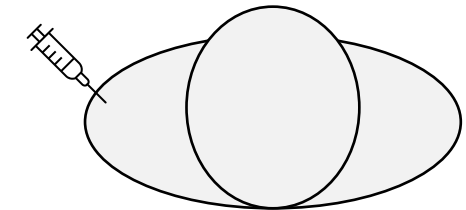
主幹研究員 田島 英朗

2023年6月20日

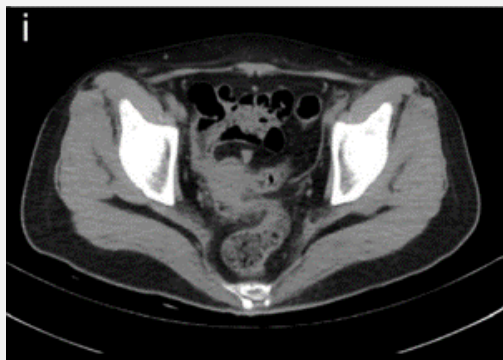
SPECT/PET

- 核医学イメージング手法
 - がん診断、認知症診断、代謝機能測定

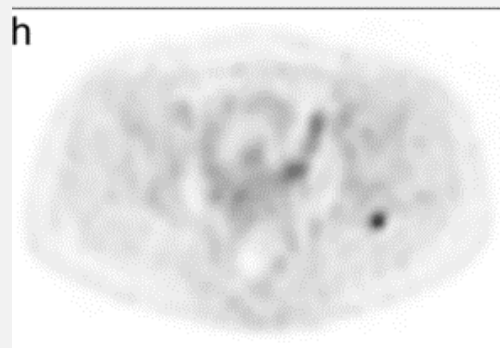
放射性薬剤投与



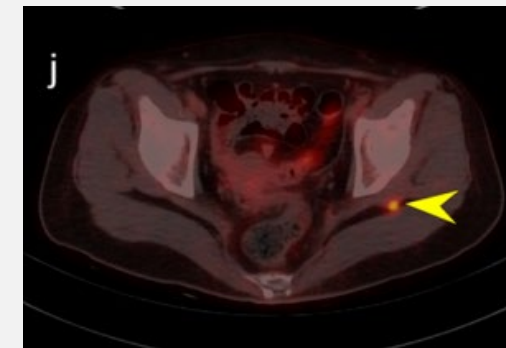
CT



PET

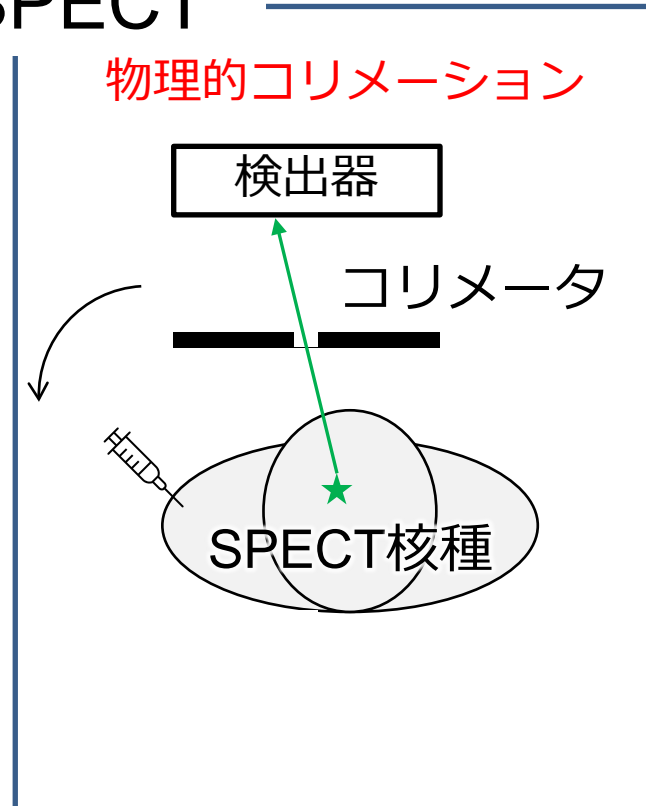


PET + CT



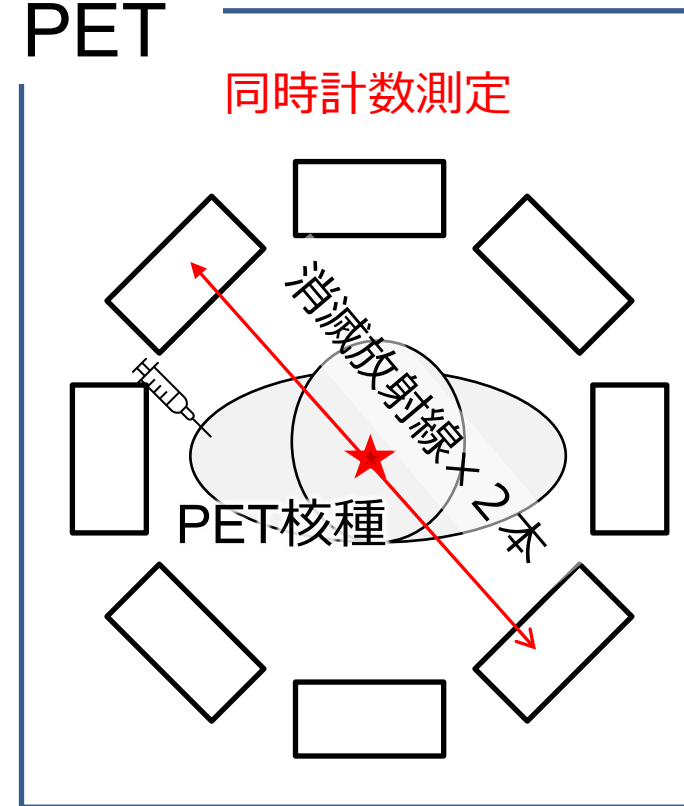
SPECTとPETの原理

SPECT



1度に1本の放射線を出す核種を使用

PET



陽電子（電子の反物質）を出す核種を使用

陽電子は付近の電子と衝突して消滅し、
180度反対方向に2本の放射線が発生

- PETは広く使われているSPECTの薬剤を用いることができない。
- SPECTはPETの薬剤のイメージングに適さない。

SPECTとPETが診断に必要な例

- 認知症の鑑別
 - アルツハイマー型
 - レビー小体型
 - パーキンソン病
 - 脳血管型
 - 混合型

アミロイドPET

DAT-SPECT

FDG-PET

脳血流SPECT



•
•
•

従来技術とその問題点

SPECT・PETはそれぞれ日常診療や創薬・生物学研究などに使用されているが、両方の検査が必要な症例の場合、

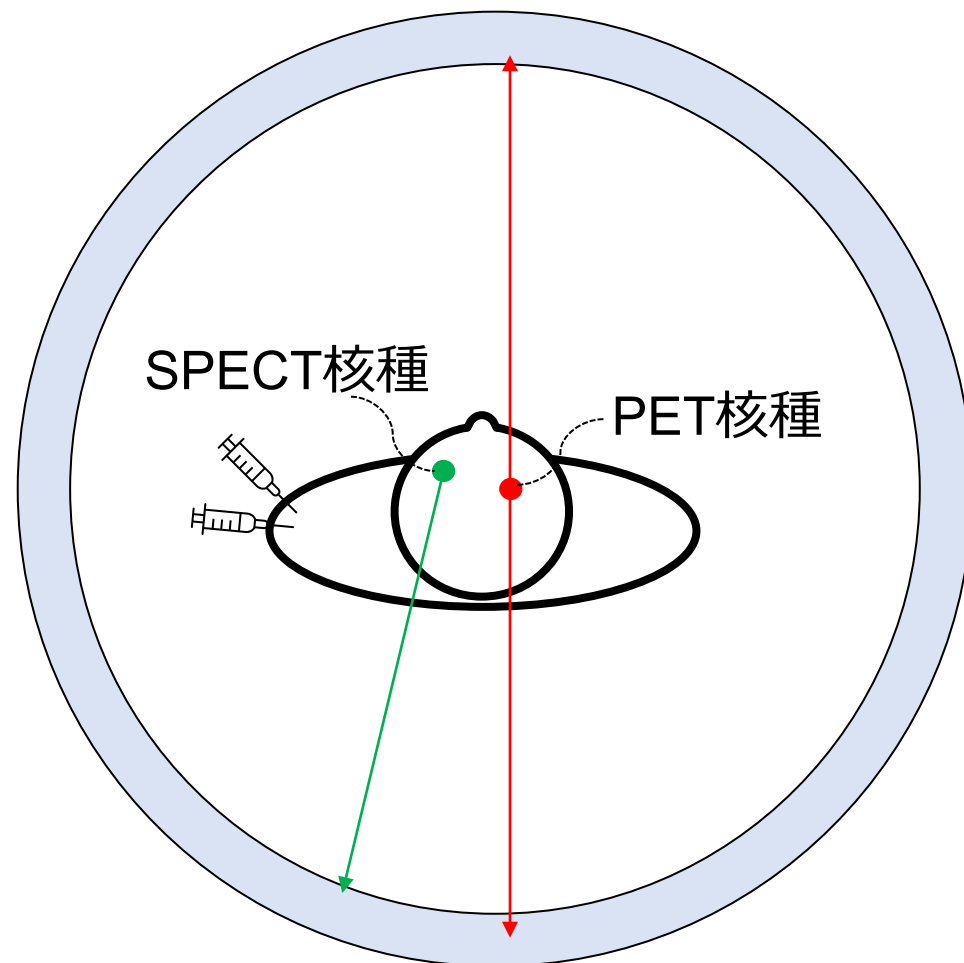
同日に複数の検査ができない

異なる装置を維持するコストがかかる

等の問題がある。

SPECT・PET同時イメージング装置

- 1つの装置でPETとSPECTの両方をイメージング
- SPECT核種とPET核種を同時に投与し信号を識別
- 1回の検査で二種類の画像

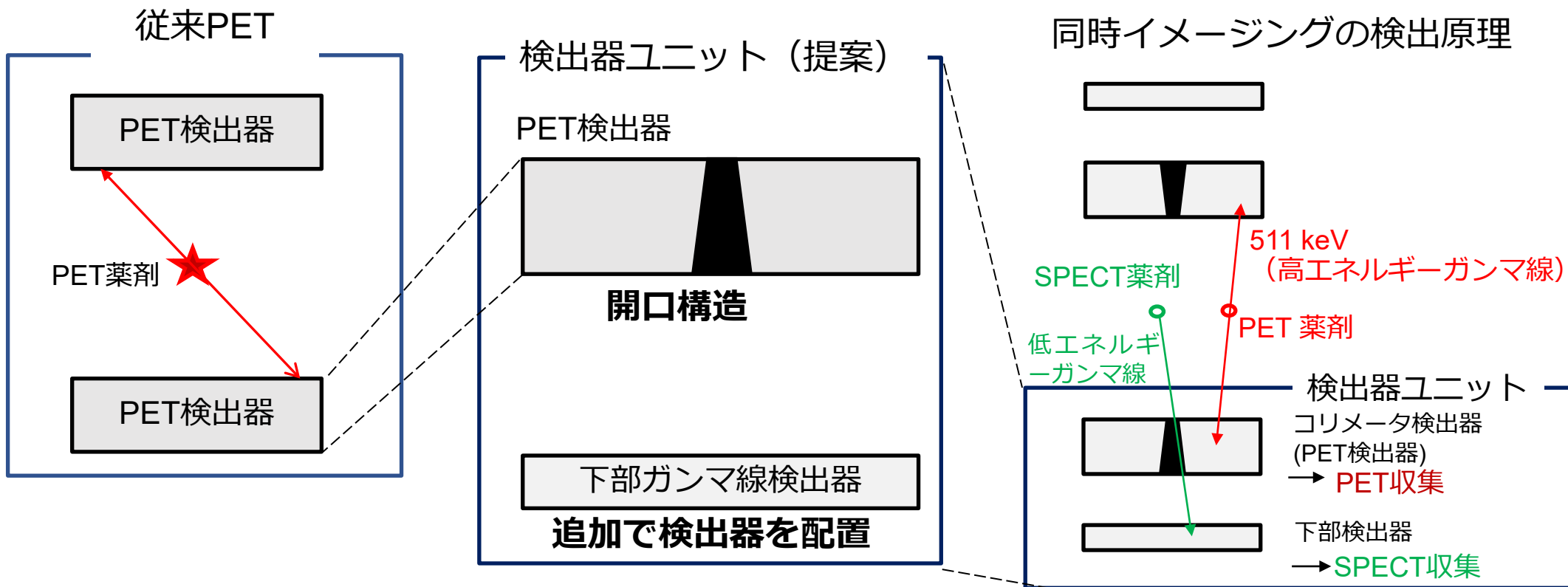


新技術の特徴・従来技術との比較

- SPECTで用いられるコリメータとしても、機能するPET検出器を開発した。
- 従来は別の日に別の装置を用いて検査する必要があったが、1度の検査で診断できるようになる。
- 本技術の適用により、SPECTとPETが統合できるため、占有面積が半分で済み、装置維持コストも削減できると期待される。

装置コンセプト

SPECTコリメータ機能を付与



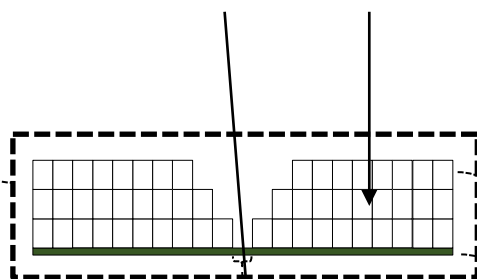
PET検出器をコリメータ検出器に

(側断面図)

検出器デザイン例

- 検出器モジュール

コリメータ検出器



ホール

シンチレータ結晶
光検出器



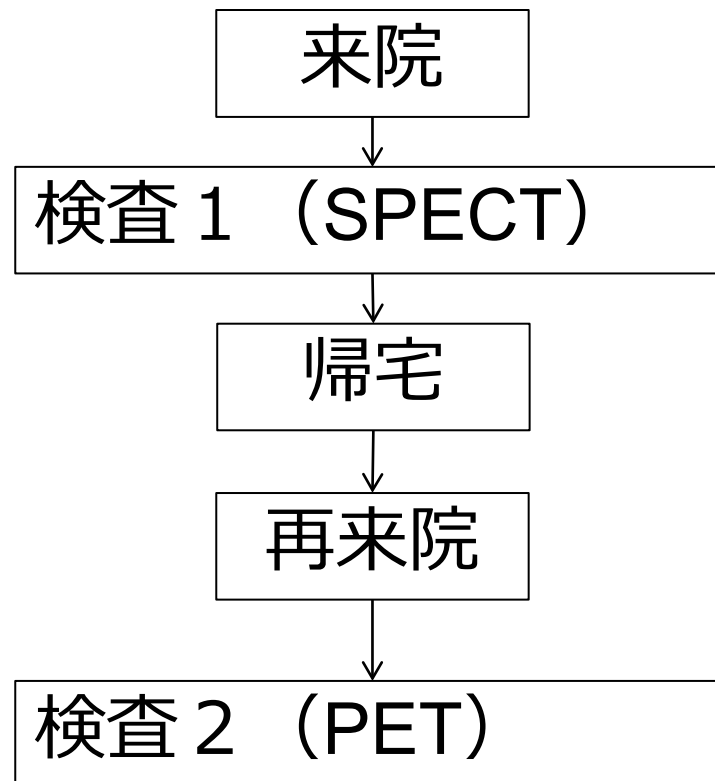
下部ガンマ線検出器

想定される用途

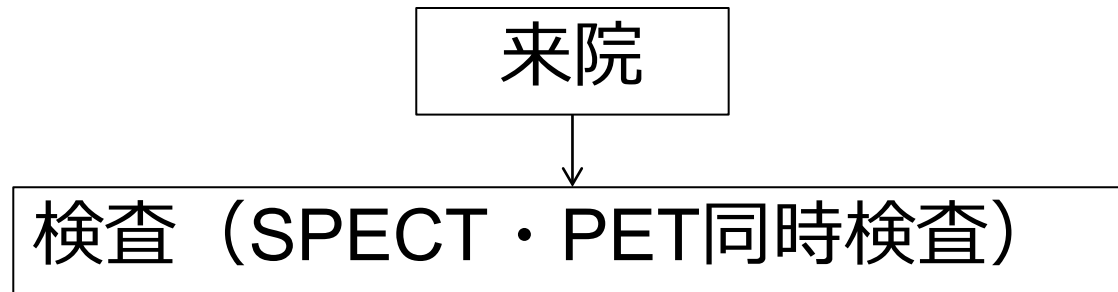
- 複数検査の一括実施による診断の効率化
- 小動物装置として創薬企業や生物学研究施設へ導入
- 粒子線治療モニタリングやセラノスティクス分野への展開も

診断の効率化

- 従来装置でSPECTとPETの検査が必要な場合の流れの例



提案装置による検査の流れ

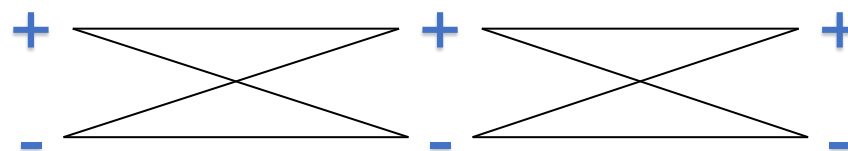


一回の検査来院で両方完了

認知症バイオマーカーの一括検査

アミロイド タウ 神経変性

A **T** **N**



(3項目の陰性・陽性の組み合わせ8通り)

ATN分類

提案検出器 + MRI装置の開発 (+ SPECT検査薬の開発)

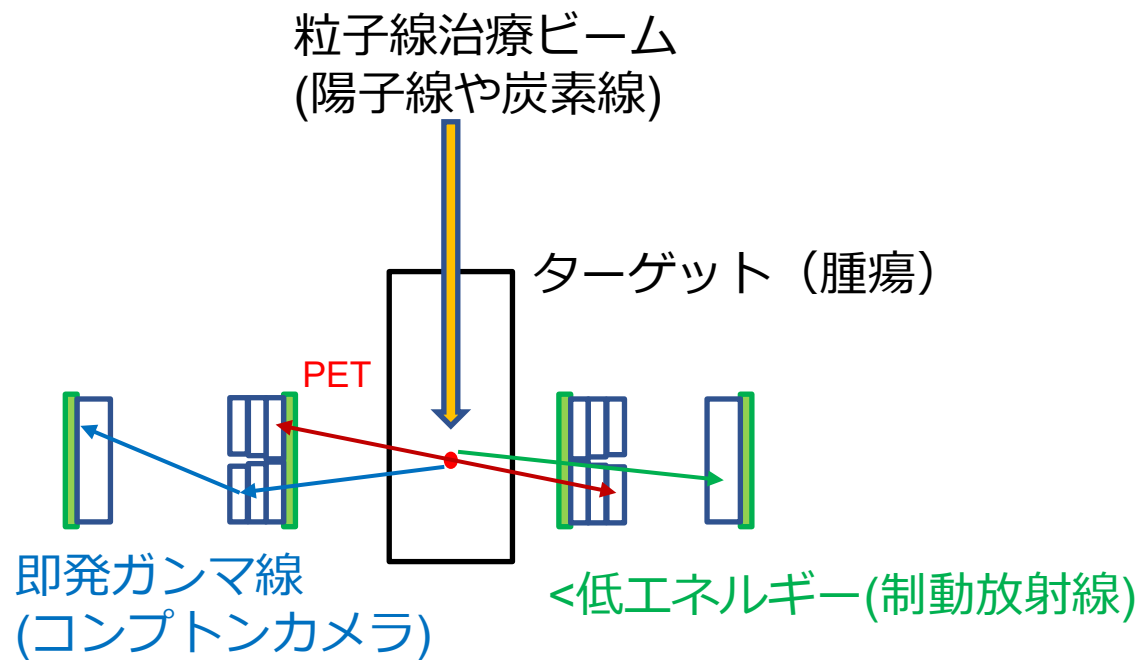
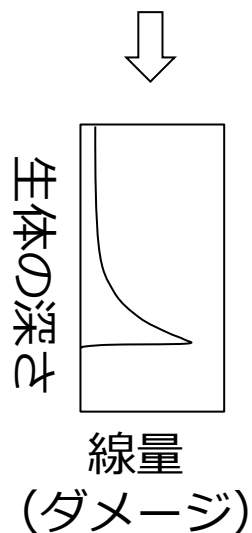
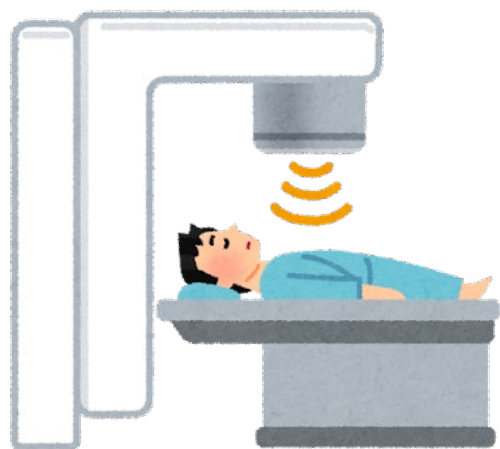
早期診断・リスク予測に有効な指標を一括検査

創薬・生物学研究応用

- 複数薬剤の同時投与による動物実験の効率化



粒子線治療モニタリング応用



実用化に向けた課題

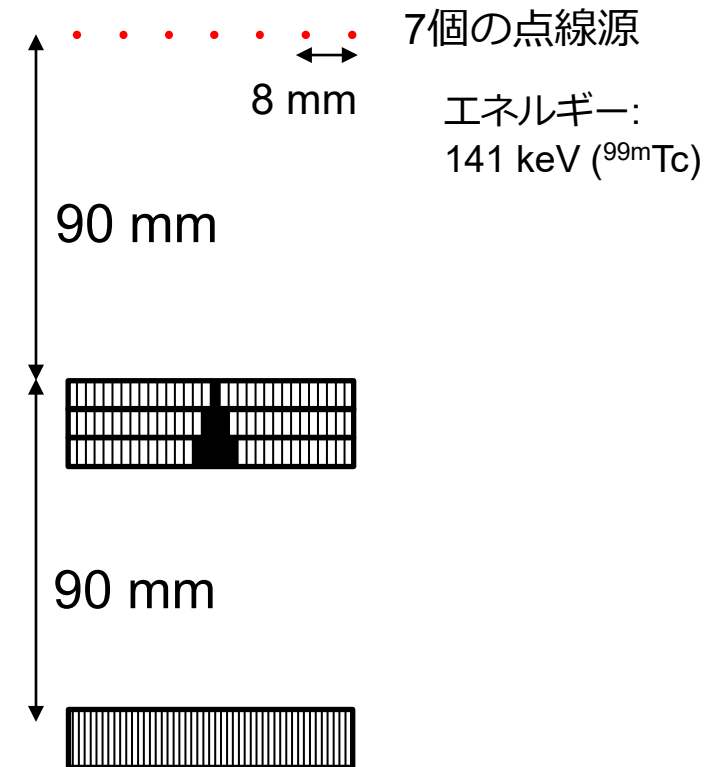
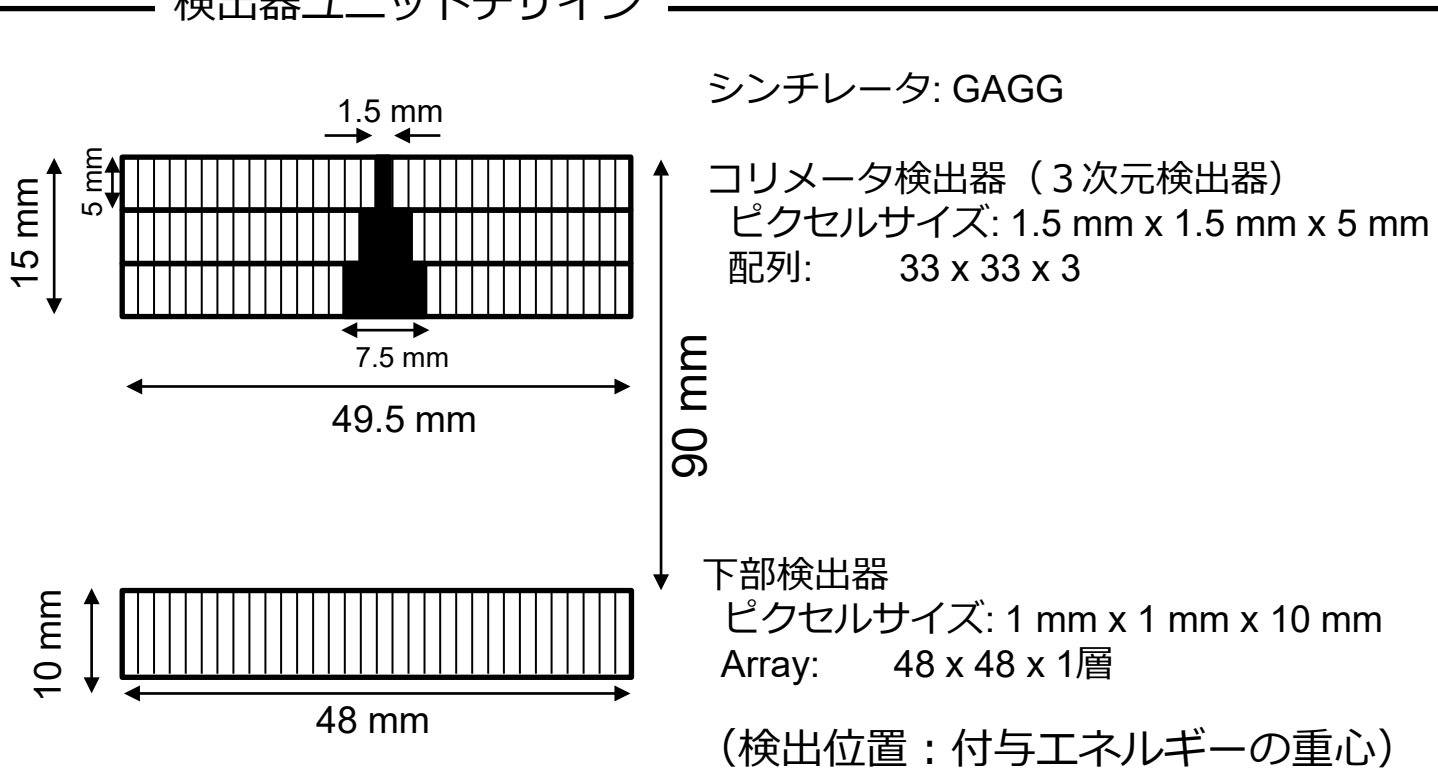
- 現在、コンピュータシミュレーションにより、同時イメージングが可能であることを示している。しかし、装置試作による実証が必要である。
- 今後、まず小動物用装置としての実用化を目指し、検出器等のパラメータ最適化を行い、装置試作による実証を行う。
- 実用化に向けて、定量化の精度を向上できるように各種補正法を含めた画像再構成法を確立する必要もあり。

コンピュータシミュレーション1 -検出器ユニット-

- 検出器ユニットのシングルガンマ線イメージング性能の確認

検出器ユニットデザイン

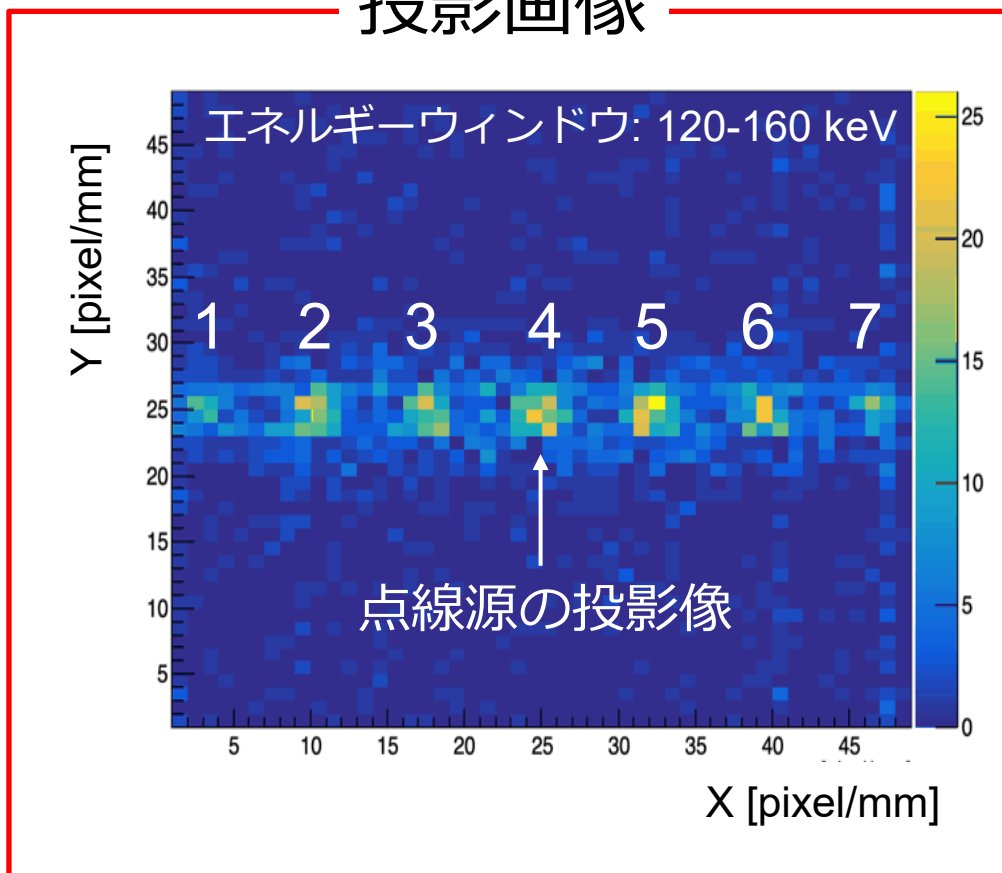
シミュレーション設定



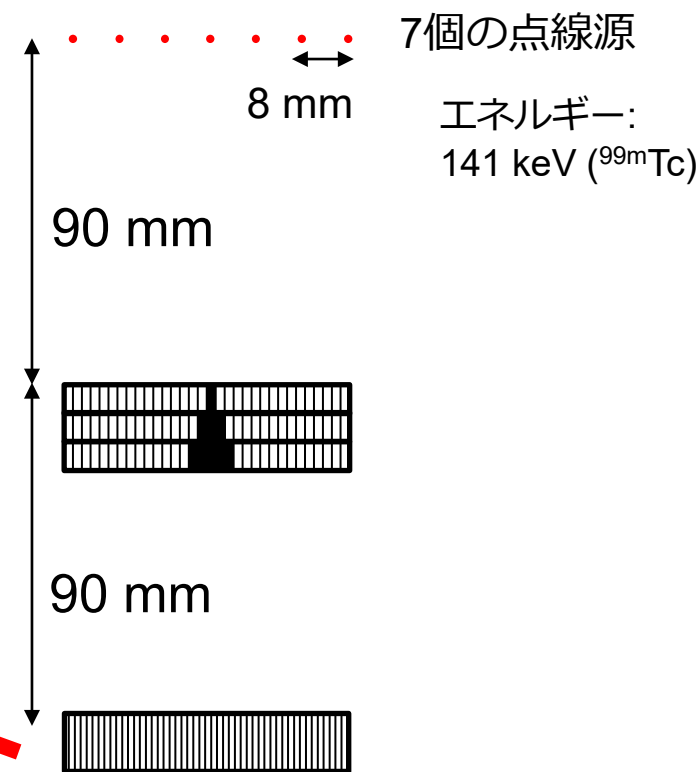
(Geant4を使ったモンテカルロシミュレーション)

検出器ユニットシミュレーション結果

投影画像

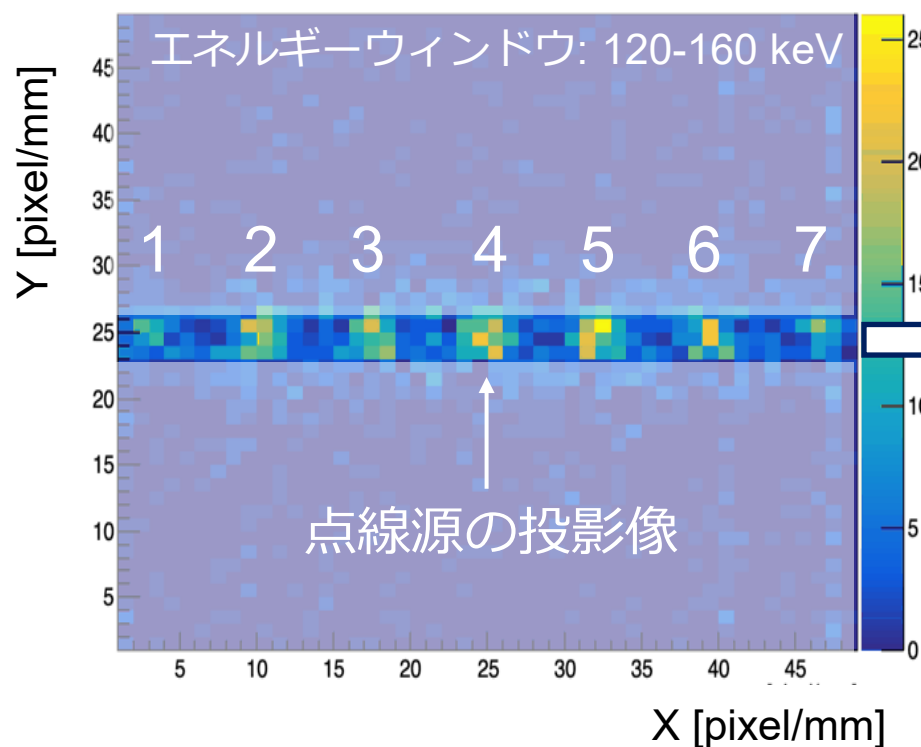


シミュレーション設定

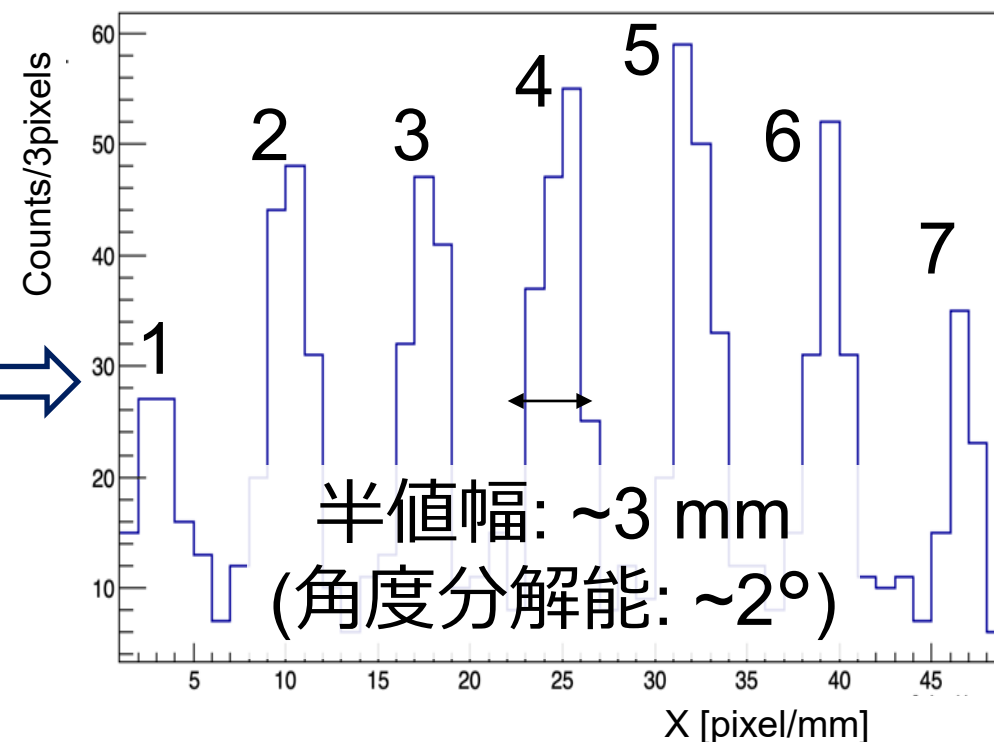


検出器ユニットシミュレーション結果

投影画像

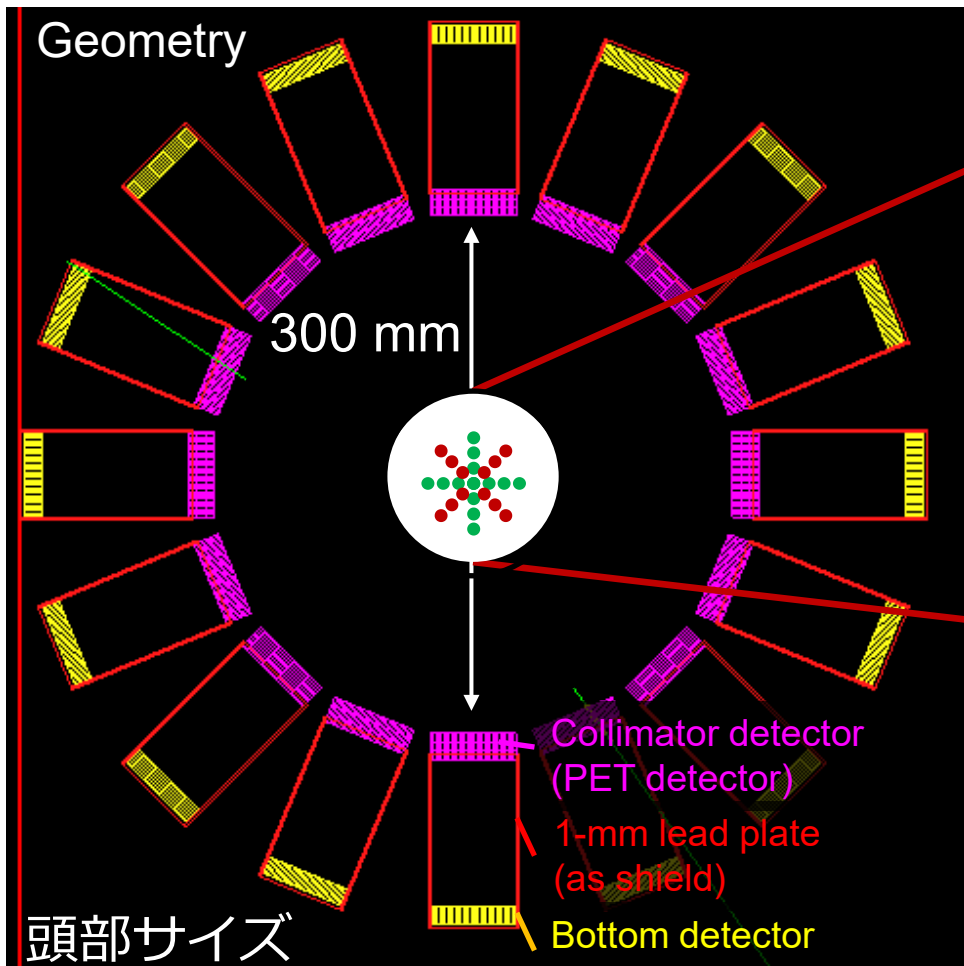


プロファイル

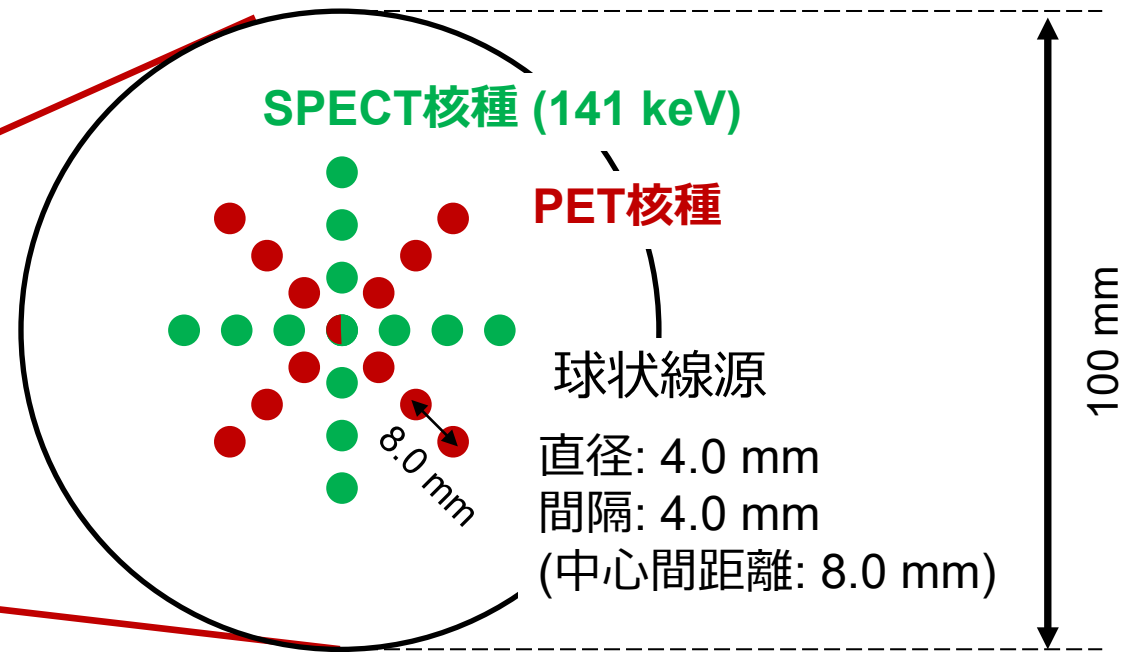


コンピュータシミュレーション2 QST -SPECT・PET同時イメージング-

SPECT-PET 装置: 16検出器ユニット



線源分布



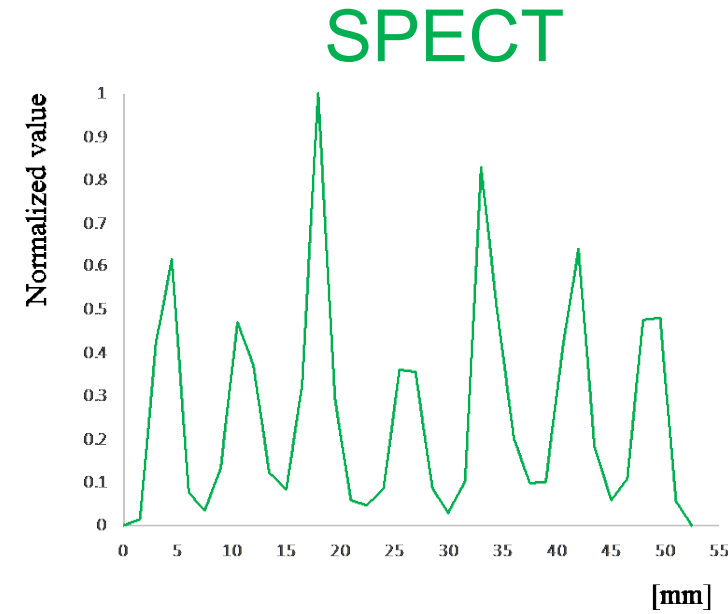
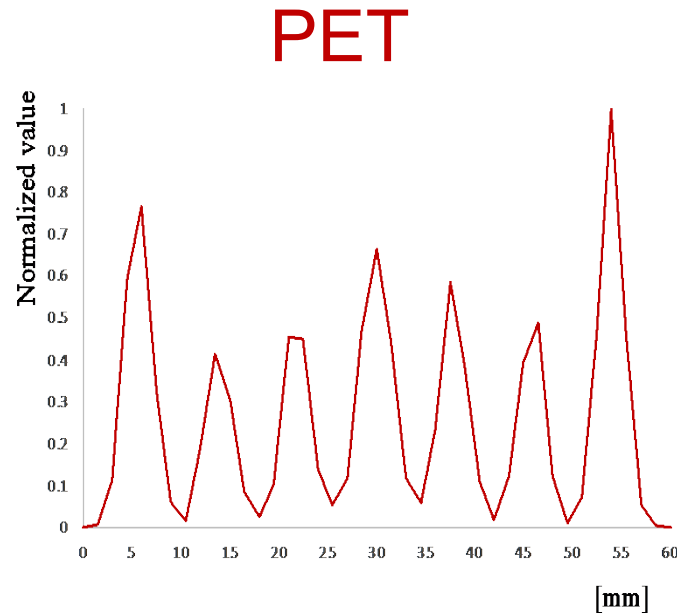
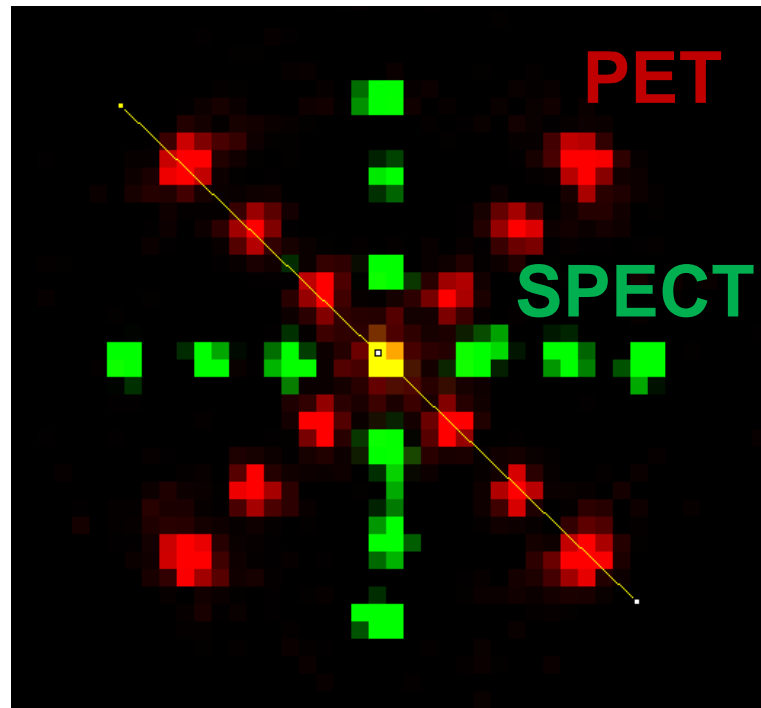
水ファントム

発生崩壊イベント数: 10^8
線源比率: SPECT:PET=9:1

同時イメージングシミュレーション結果

再構成画像 (Fusion画像)

プロフィール

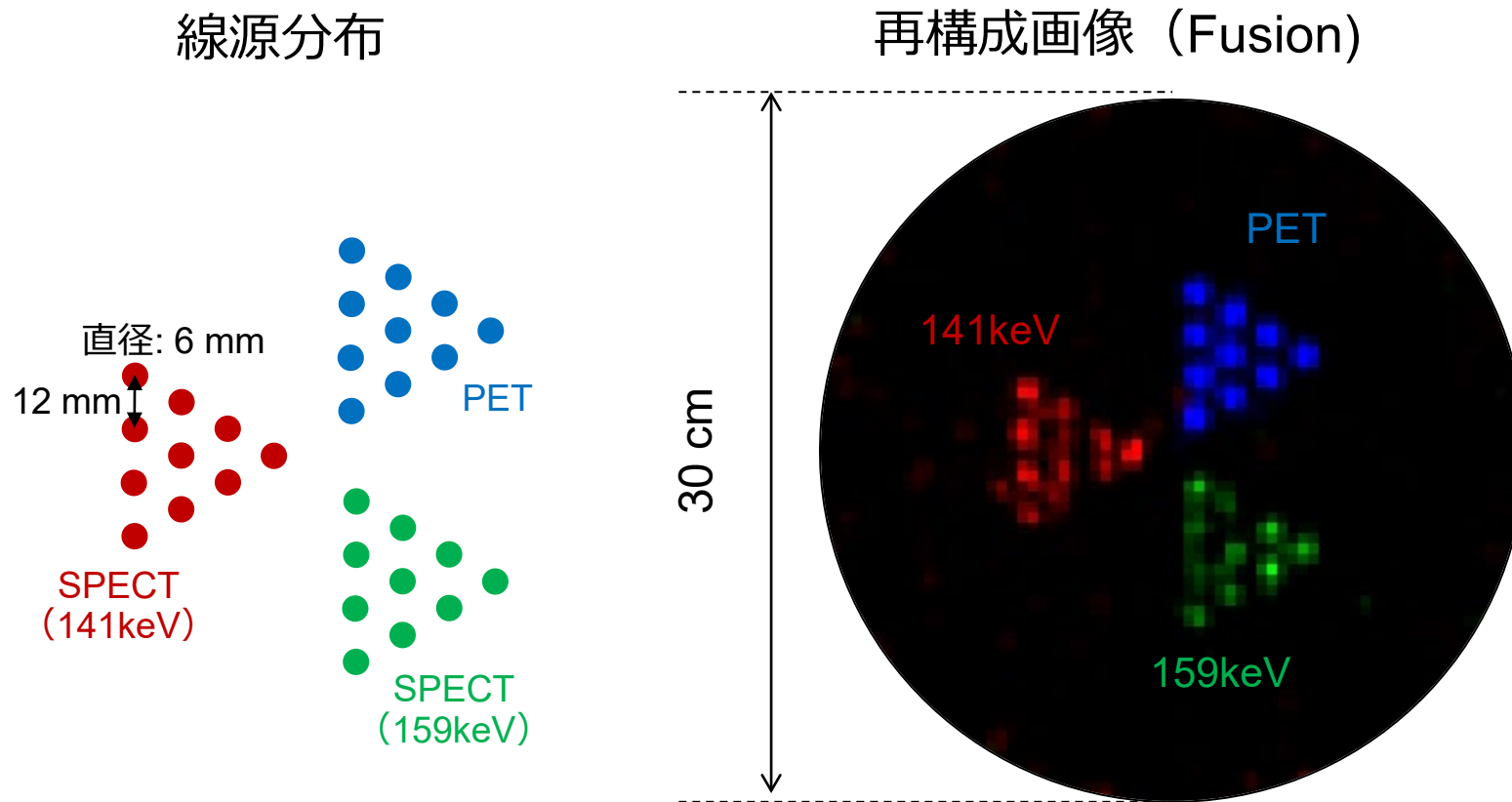


それぞれの点線源を識別可能

MLEM (Maximum Likelihood Expectation Maximization)

Voxel size: $(1.5 \text{ mm})^3$

3核種同時イメージングシミュレーション



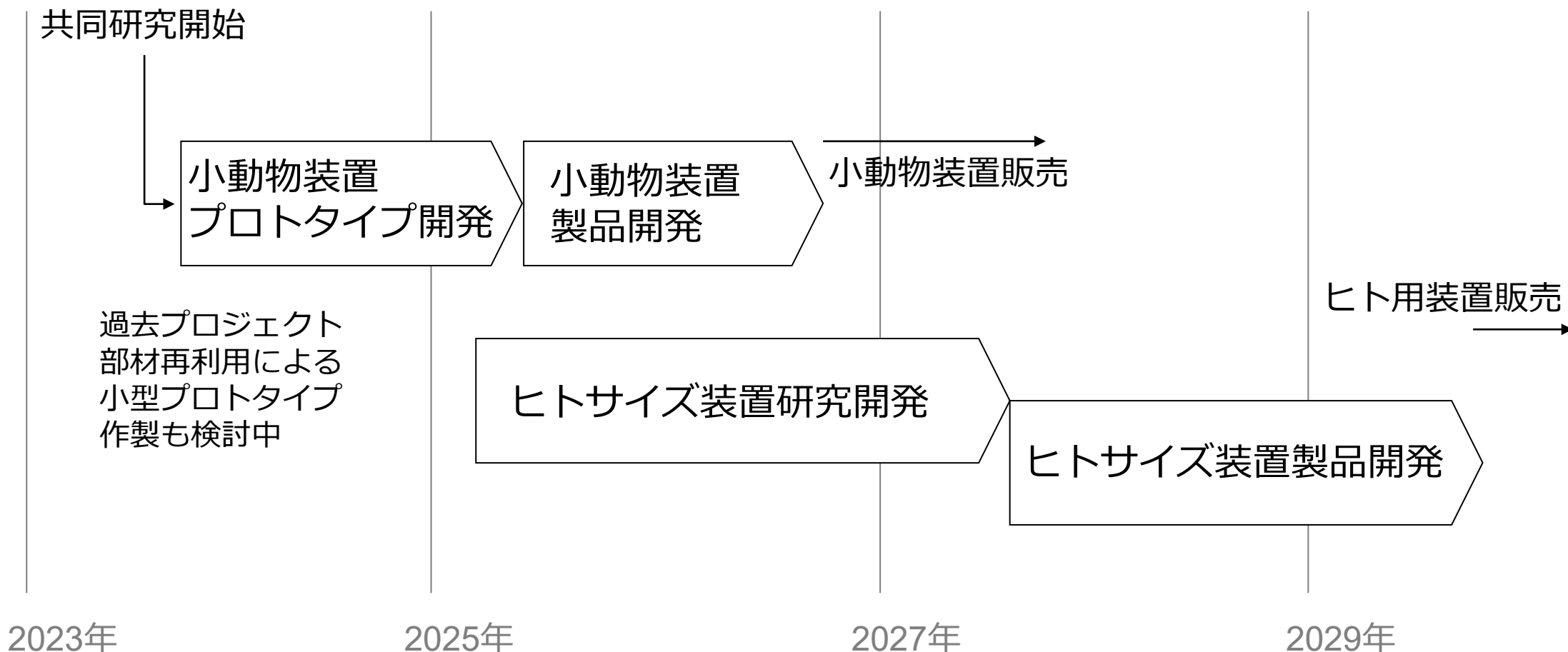
■ Nb of generated particles : 10^8 particles

■ Particle Generation Ratio of 141 keV, 159 keV, positron is 4 : 4 : 1

企業への期待

- 医療機器製造販売業の資格を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、小動物用実験機器を開発している企業、医療機器分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

ロードマップ



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 核医学撮像装置
- 出願番号 : 特願2019-062544
- 出願人 : 量子科学技術研究開発機構
- 発明者 : 新田宗孝、田島英朗、山谷泰賀

お問い合わせ先

量子科学技術研究開発機構

イノベーションセンターまでお願いします

T E L : 043 - 206 - 3027

F A X : 043 - 206 - 4061

e-mail : chizai@qst.go.jp