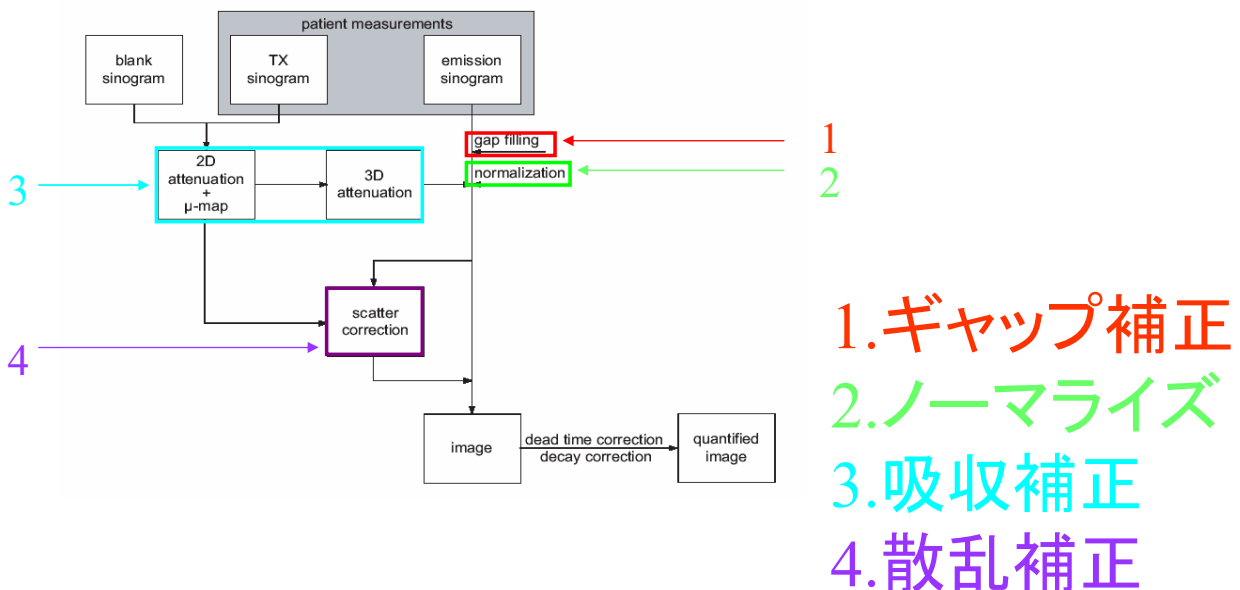


# 20050624 HRRT勉強会

## Chapter 8.9 Corrections of HRRT Data Sets Chapter 8.10 Reconstruction of HRRT Data Sets

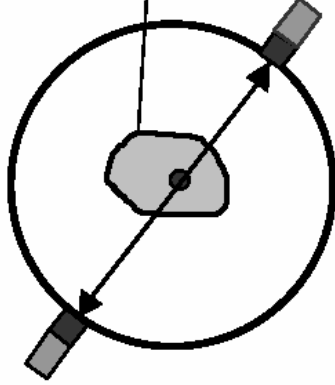
千葉大学自然科学研究科理化学専攻  
粒子線物理学研究室  
小野裕介

### HRRT データ補正と 画像再構成の流れ



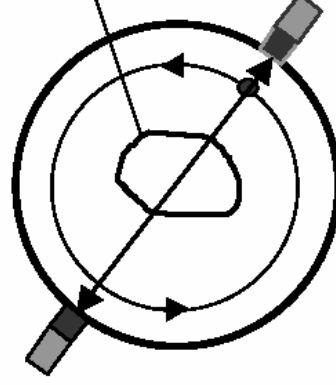
# PETの収集データ

薬剤を投与した被写体



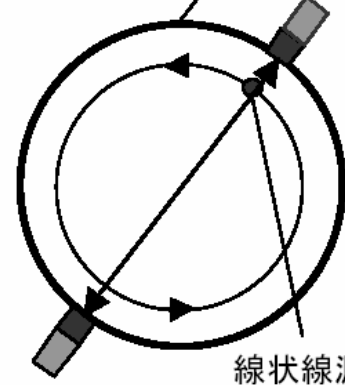
エミッションデータ

薬剤を投与していない被写体



トランスミッションデータ

検出器リング

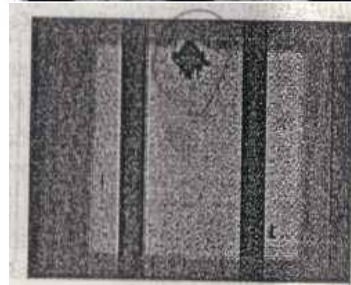
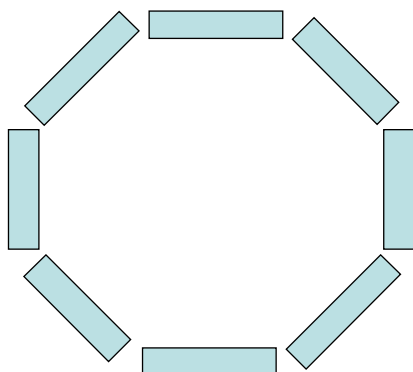
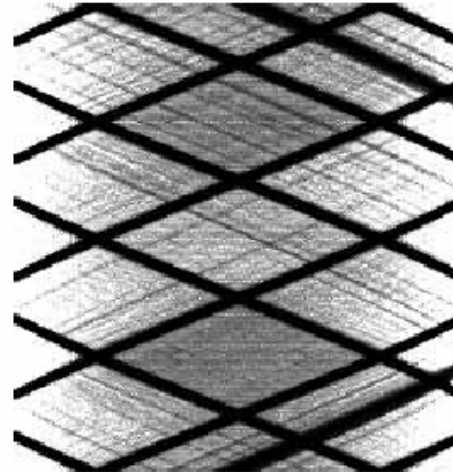
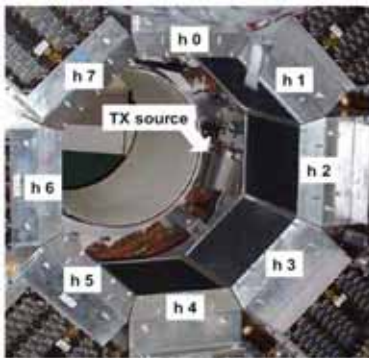


線状線源  
 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$

ノーマライズ・ブランクデータ

## 1. ギャップ補正

1. 検出器ヘッドの間に17mmの間がある。  
それが、サイノグラムに黒い溝を発生させる。



2. 検出器が故障している場合は、そのデータを取得できない。

# 1.ギャップ補正

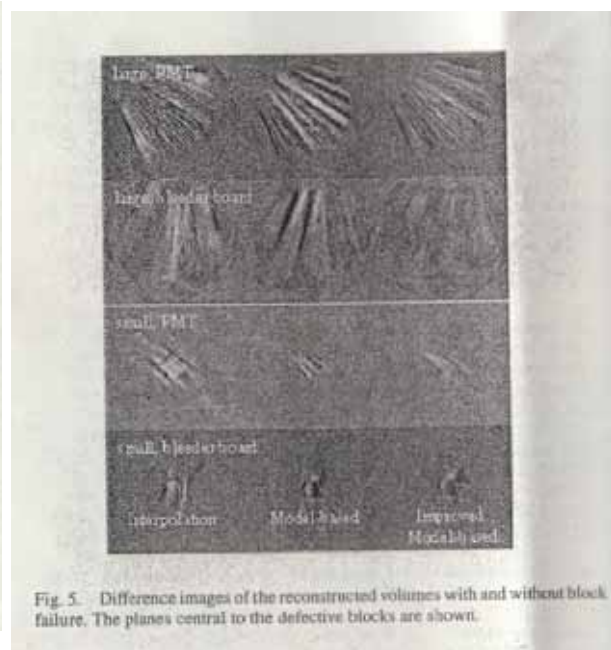
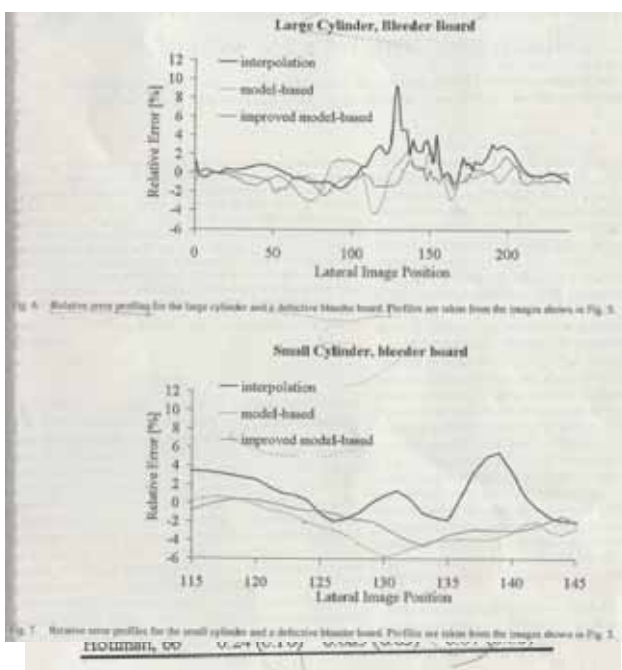
## ギャップ補正

1. サイノグラム上を角度に沿って線形補完する方法。
2. あらかじめギャップを埋めてあるサイノグラムを準備、再構成をして、ギャップを見積もる方法。

de Jong, H., R. Boellaard, C. Knoess, M. Lenox, C. Michel, M. Casey, K. Wienhard, and A. Lammertsma.

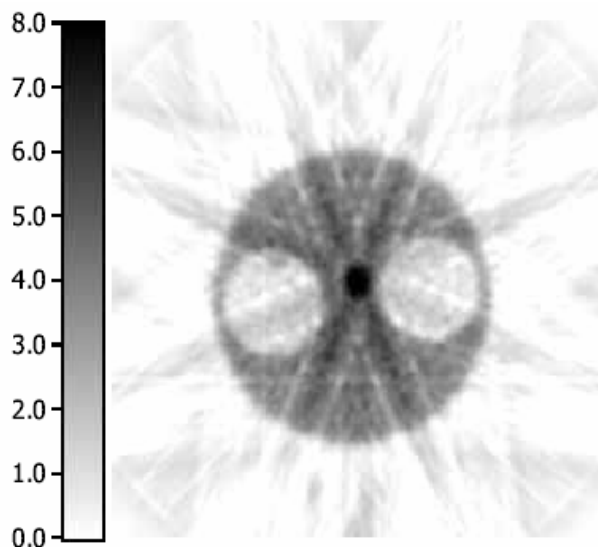
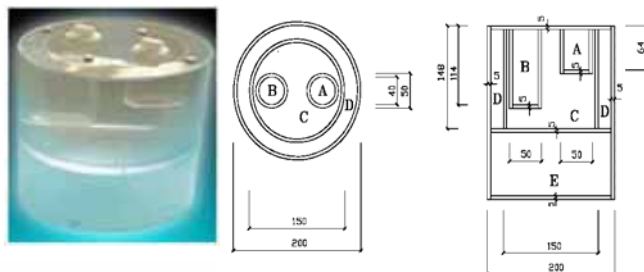
Correction methods for missing data in Sinograms of the HRRT PET scanner. IEEE Trans. Nucl. Sci., 50(5):1452-1456, 2003

# 1.ギャップ補正



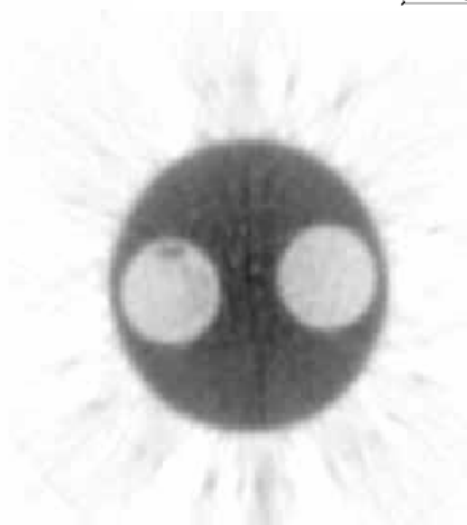
HRRTでは線形補完を実装

# 1.ギャップ補正



(a)

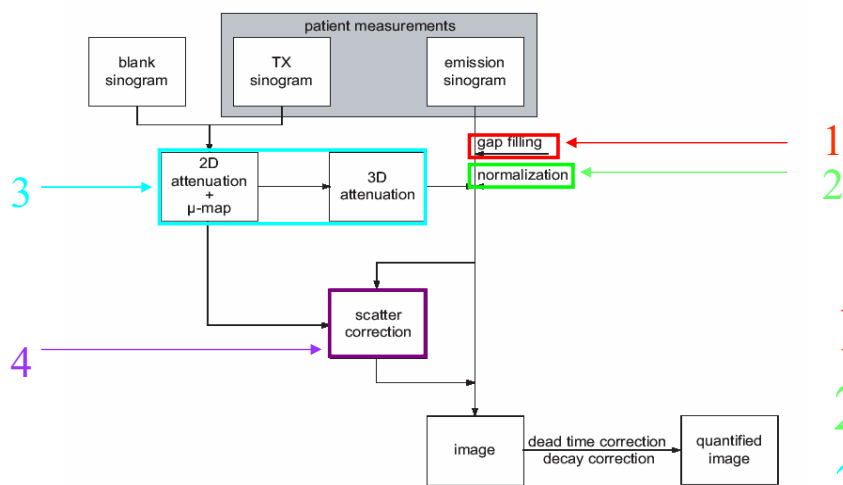
ギャップ補正無し



(b)

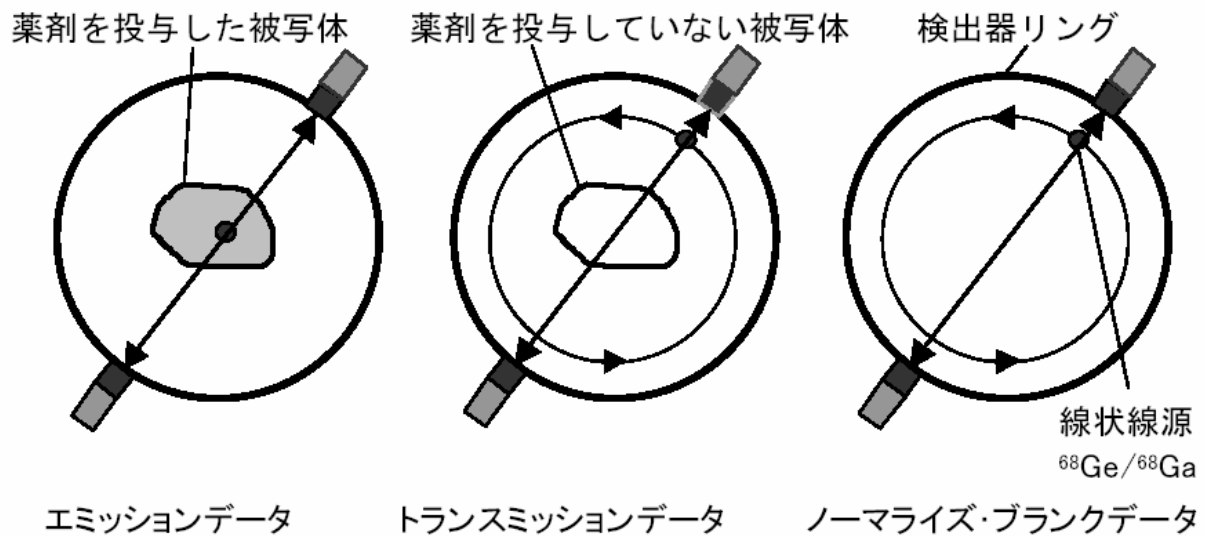
ギャップ補正有り

## HRRT データ補正と 画像再構成の流れ



- 1.ギャップ補正
- 2.ノーマライズ
- 3.吸収補正
- 4.散乱補正

# PETの収集データ



## 2. ノーマライズ

- 直接補正法を使用



250mm long Ge line sourceを半径165mmでまわす。

コインシデンスモードで測定して、実際のエネルギーウィンドウで測定する。

## 2. ノーマライズ

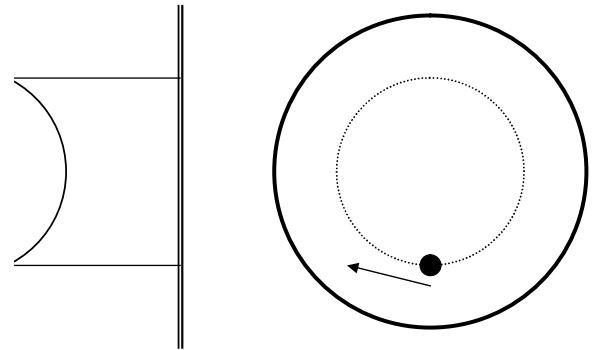
- 棒線源を回転させて、円柱線源に見立てているので、サイノグラム上でそれを補正する必要がある。

(dwell correction)

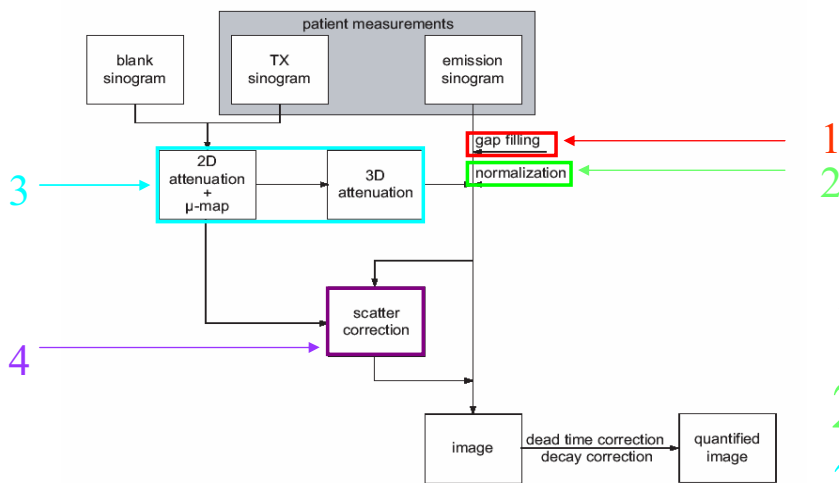
- 直接補正法を用いて、補正する

★ Dwell correction

線源の回転が等速なので、端の方が感度が高くなってしまいますのでそれを補正しなければならない



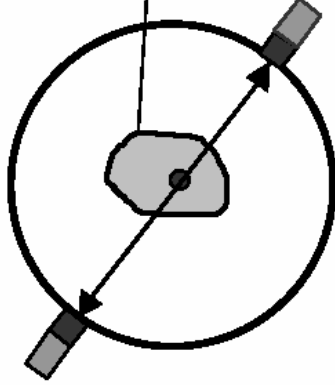
## HRRT データ補正と画像再構成の流れ



1. ギャップ補正
2. ノーマライズ
3. 吸収補正
4. 散乱補正

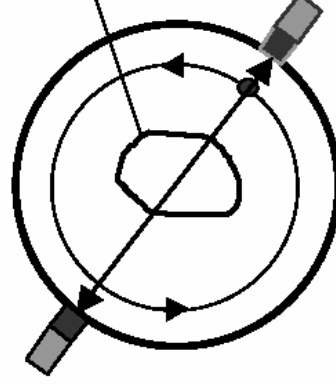
# PETの収集データ

薬剤を投与した被写体



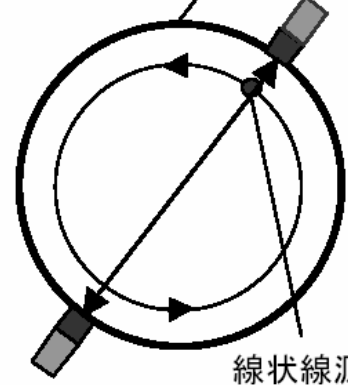
エミッションデータ

薬剤を投与していない被写体



トランスミッションデータ

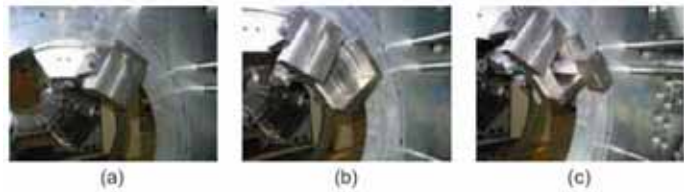
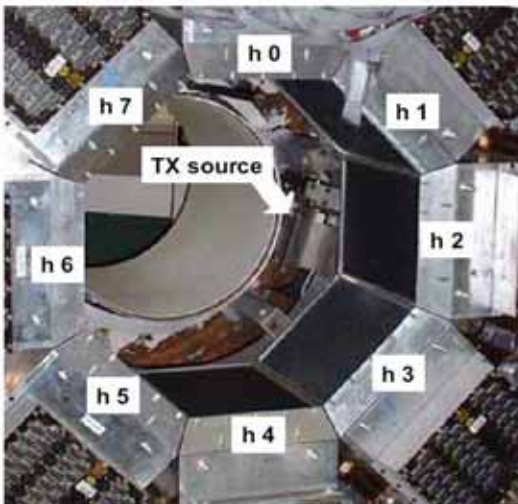
検出器リング



線状線源  
 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$

ノーマライズ・ブランクデータ

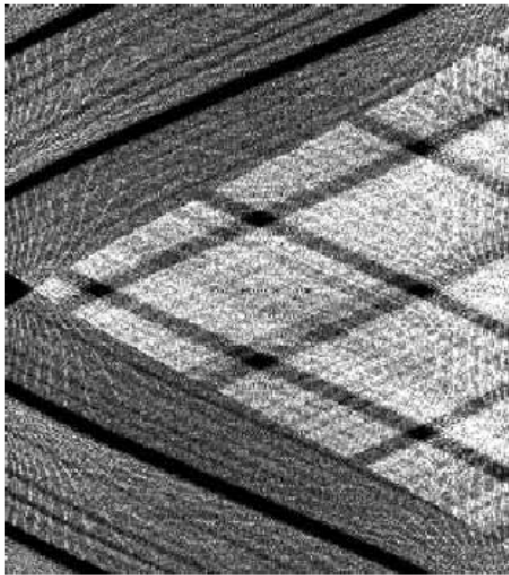
## 3. 吸収補正



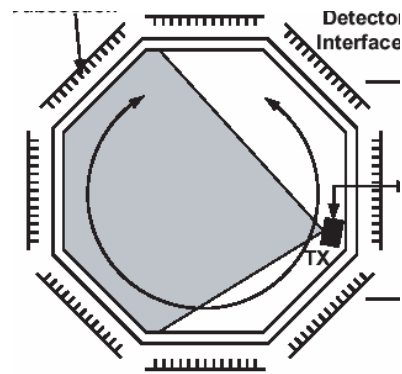
740MBqのCsポイント線源を使用

線源は76.2mm × 76.2mm × 40.0mmのタングステンブロックに収納されている。

### 3.吸収補正

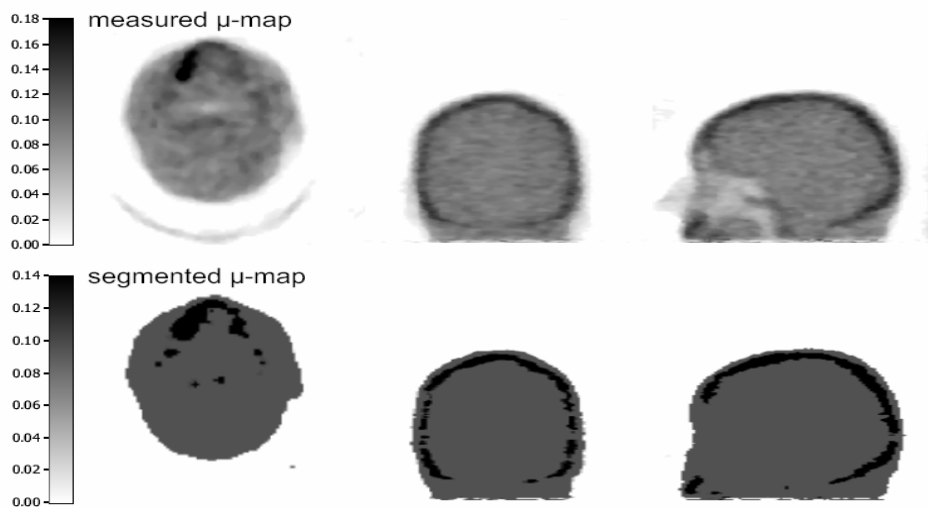


トランスミッション収集  
から得られたサイノグラム



検出器ヘッドのギャップ、  
またトランスミッション線  
源の不連続な位置によっ  
て影響を受ける。

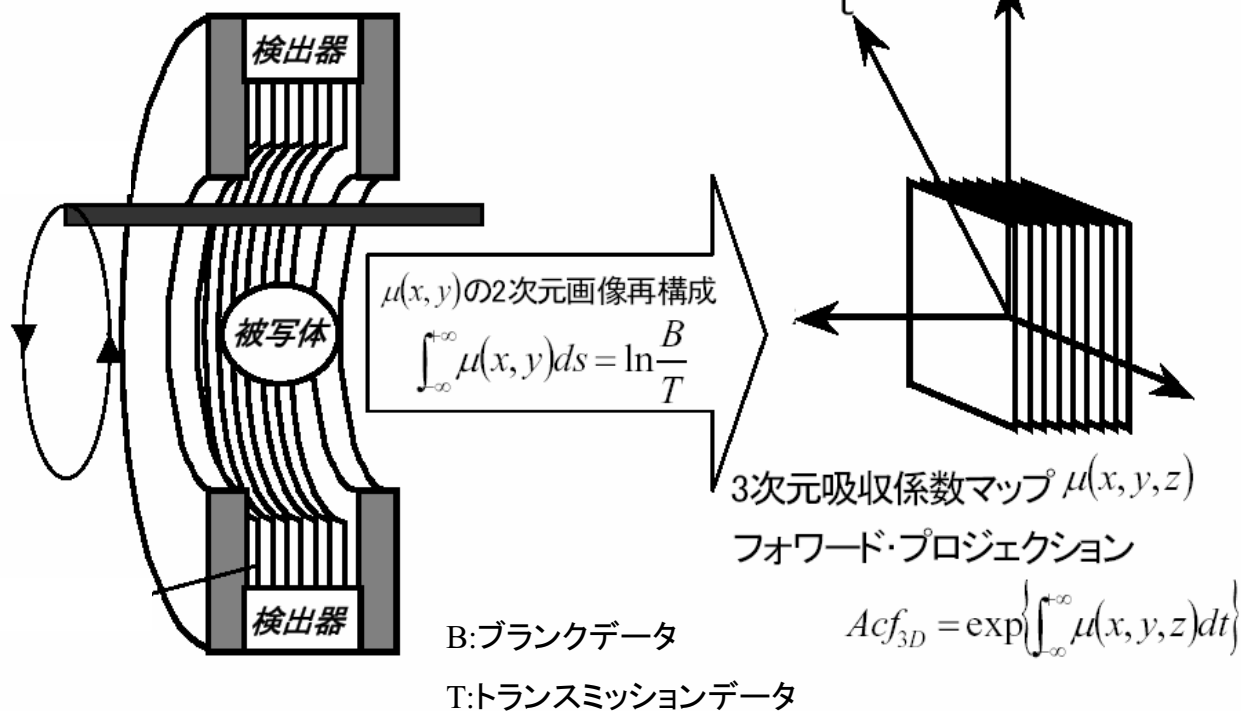
### 3.吸収補正





### 3.吸収補正

2D吸収補正から3D吸収補正へ



### 3.吸収補正

注意点 トランсмисシヨン線源として使用しているのは、 $^{137}\text{Cs}$  662KeV

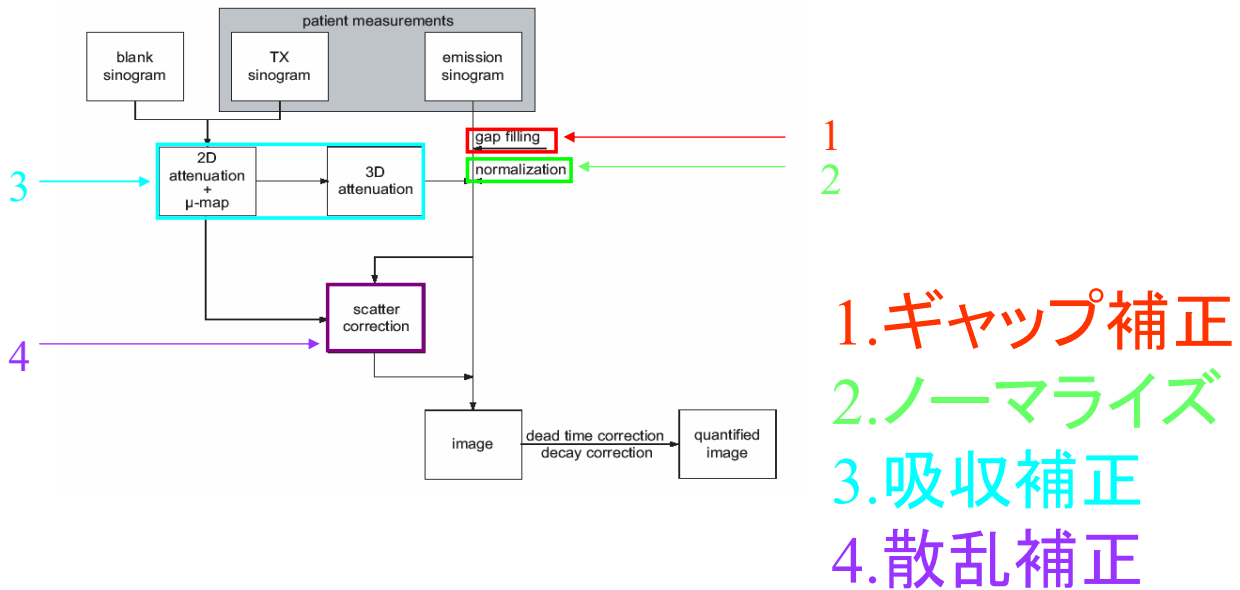
質量減弱係数の違い

$0.0096 \text{m}^2 \text{kg}^{-1} @ 511 \text{ keV}$

$0.0087 \text{m}^2 \text{kg}^{-1} @ 662 \text{ keV (for water)}$

$$\frac{\mu}{\rho}(511 \text{ keV}) = \frac{\mu}{\rho}(662 \text{ keV}) \frac{0.96}{0.87}$$

# HRRT データ補正と 画像再構成の流れ



## 4. 散乱補正

- SSSを使用

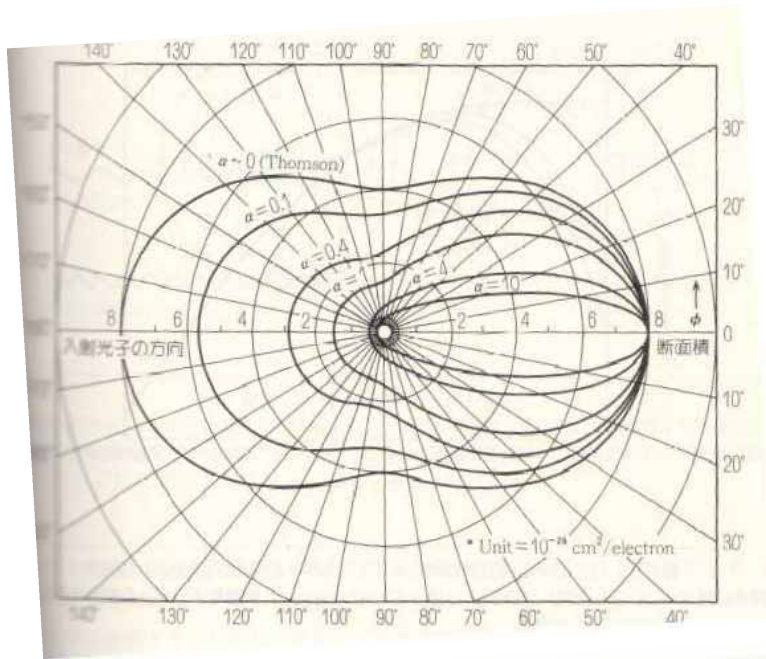
幾何学的検出効率、物質内での減衰、Klein-仁科の式をピクセル毎に用い投影方向にたいしての散乱成分の寄与を推定する方法である。

## 8.10 Reconstruction of HRRT Data sets

3D-OSEMを実装。

再構成画像のピクセルサイズは $1.218\text{mm}^3$

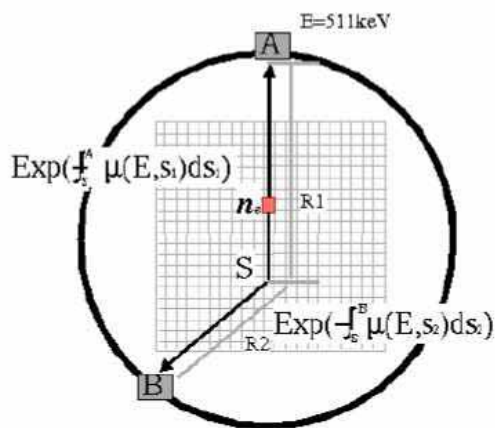
# 4. 散乱補正



$$\alpha = \frac{h\nu}{mc^2}$$

Klein-仁科の式  $\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{r_0^2}{2} (1 + \cos^2 \phi) \cdot \left[ \frac{1}{1 + \alpha(1 - \cos \phi)} \right]^2 \cdot \left\{ 1 + \frac{\alpha^2(1 - \cos \phi)^2}{[1 + \alpha(1 - \cos \phi)](1 + \cos^2 \phi)} \right\}$

# 4. 散乱補正



- A,B: 散乱点SからのLOR点
- $\mu$ : 線源弱係数
- R1,R2: 散乱点から検出器までの距離
- $\rho$ : 電子密度、
- $\sigma_c$ : コンプトンに対する全微分断面積
- $\sigma_a, \sigma_b$ : 検出器反応断面積、
- $n_e$ : 画素中の放射能、
- $\epsilon$ : エネルギーと入射角に依存した検出効率

$$R_{sc} = \int_{v_a} dv_s \left( \frac{\sigma_A \sigma_B}{4\pi R_1^2 R_2^2} \right) \frac{d\mu(E, \Omega_s)}{d\Omega} [I(A) + I(B)]$$

$$I(A) = \left[ \int_S^A n_e(s_1) ds_1 \right] e^{-\int_s^A \mu(E, s_1) ds_1} e^{-\int_s^B \mu(E', s_2) ds_2} \epsilon_B(E') \epsilon_A(E)$$

$$I(B) = \left[ \int_S^B n_e(s_2) ds_2 \right] e^{-\int_s^B \mu(E, s_2) ds_2} e^{-\int_s^A \mu(E', s_1) ds_1} \epsilon_A(E') \epsilon_B(E)$$

$$d\mu = \rho_e d\sigma_c = \mu (d\sigma_c / \sigma_c)$$