

角度相関変化を利用したカスケード核種局所周辺 pH の量子センシングと核医学イメージングへの応用

Quantum sensing of pH around local environment using cascade photon angular correlation change and application to nuclear medicine imaging

**泉水 史樹¹, 上ノ町 水紀², 島添 健次^{1,5}, 高橋 浩之¹, ZHONG ZHIHONG¹,
富田 英生^{3,5}, 鎌田 圭⁴

1. 東京大学, 2. 理化学研究所, 3. 名古屋大学, 4. 東北大学, 5. JST さきがけ

二光子核種から放出される 2 つのガンマ線間には角度相関があり、これは核種周辺の局所的な環境に依存する。本研究では、カスケード核種である ^{111}In を含む水溶液の角度相関変化を測定することで、放射性同位元素周囲の pH や化学状態を検出する新しいセンシングおよびイメージング手法を提案、検討する。

キーワード：核医学、角度相関、二光子核種、量子センシング

1. 緒言

我々のグループでは、複数 γ 線を同時放出するカスケード核種を用いて核医学診断を高精度化する DPECT (Double Photon Emission CT) の開発を行ってきた[1]。高精度のイメージングを行う反面、腫瘍周辺の化学的な環境を知ることは難しい。本研究では、DPECT に使用される ^{111}In の角度相関に着目し、二光子核種の局所周辺環境、特に pH 情報を量子センシングする手法を提案し、核医学イメージングへの応用を検討する。

2. 実験手法・結果

線源として、異なる pH に調節した $^{111}\text{InCl}_3$ 水溶液を使用し、検出器は 8×8 GAGG シンチレータ・浜松ホトニクス製 MPPC・dToT(dynamic time-over threshold)ボードを使用、各ピクセルに対し γ 線検出イベントの時刻情報とエネルギー情報を同時かつ独立に読み出した (図 1)。各 pH 値ごとに角度相関を計算、pH 差が ^{111}In の角度相関に及ぼす影響を測定した。結果が図 2 である。pH3 以上の環境では 180 度方向付近への放出が 5%程度の上昇、90 度方向付近での放出は 5%程度の低下を観測した。また、複数サンプルを同時に測定し、測定された角度相関変化度合いを SPECT 技術に複合することで、イメージングによる位置分解と角度相関による pH 分解を同時に捉えることに成功した(図 3)。

3. 結論

カスケード核種の角度相関に着目し、 γ 線イメージングによる位置分解と角度相関に着目した周辺 pH 情報の同時取得に成功した。今後、リポソーム等を利用して生体内での実験を行い、腫瘍部の局所周辺化学的環境を特定する実験を行う予定である。

参考文献

[1] K. Shimazoe *et al.*, “Double Photon Emission Coincidence Imaging using GAGG-SiPM pixel detectors”, JINST 12 (1997) C12055

*Fumiki Sensui¹, Mizuki Uenomachi², Kenji Shimazoe^{1,5}, Hiroyuki Takahashi¹, ZHIHONG ZHONG¹, Hideki Tomita^{3,5} and Kei Kamada⁴

¹Tokyo Univ., ²RIKEN, ³Nagoya Univ., ⁴Tohoku Univ., ⁵JST PRESTO

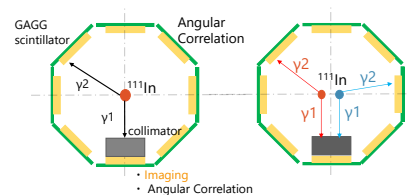


図 1 実験体系

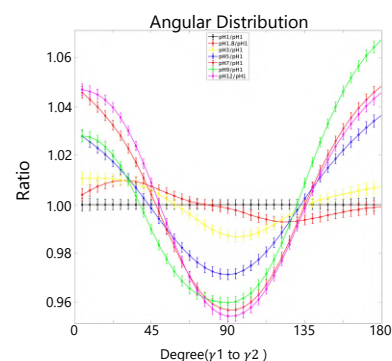


図 2 pH 変化による ^{111}In の角度相関変化

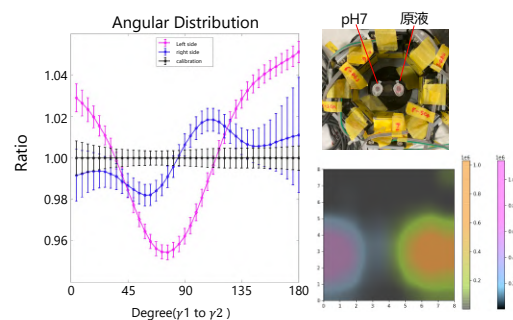


図 3 コリメータによる位置分解と角度相関による pH7 と $^{111}\text{InCl}_3$ 原液の分離