全方向コンプトンカメラによる放射性物質探知手法の開発
(3) 修正一般化螺旋集合を用いた投影球面のピクセル化

Development of gamma source identification using 4π Compton camera
(3) Pixelization of a Projection Sphere by Modified General Spiral Set

名古屋大学[1], ○(M1)金森 滉太朗[1], 富田 英生[1], (B4)向 篤志[1], (M2)上間 康平[1], 井口 哲夫[1]

Nagoya Univ.[1], ○Kotaro Kanamori[1], Hideki Tomita[1], Atsushi Mukai[1], Kohei Uema[1], Tetsuo Iguchi[1],

E-mail: kanamori.kotaro@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

全方向コンプトンカメラを用いて隠匿された放射性物質の探知を行う手法の開発を行っている[1]。全方向コンプトンカメラは全方向からのガンマ線入射に対し感度を有するため、画像再構成を行う場合には、コンプトンコーンは検出器を中心とする球面上に投影される。このため、投影球面をピクセル化する必要がある。そこで本研究では、一般化螺旋集合を修正し、ボロノイ分割によりピクセル化された球面に対するコンプトンコーンの投影と再構成像について検討した。

2. 修正一般化螺旋集合を用いた投影球面のピクセル化

全方向コンプトンイメージングにおいて、投影球面をピクセル化する際には、球面全体にわたり等面積・等形状なピクセルで分割することが望ましい。球面全体に点群を”ほぼ均一”に配置できる一般化螺旋集合では、N 個の点を生成する場合、k 番目の点の座標が以下の漸化式により決定され、Fig.1(a)のように北極から南極へ向かって螺旋状に配置される[2]。

$$h_k = -1 + 2\frac{k-1}{N-1}\ (1 \le k \le N)$$

$$\theta_k = \cos^{-1} h_k$$

$$\varphi_k = \varphi_{k-1} + \frac{3.6}{\sqrt{N}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-{h_k}^2}} (2 \le k \le N-1)$$

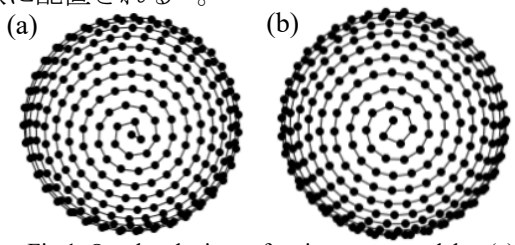


Fig.1 Overhead view of points generated by (a) general spiral set and (b) modified one on a sphere.

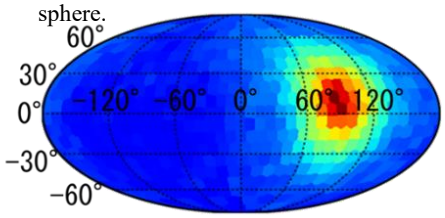


Fig.2 4π Compton image on the sphere pixelized by modified general spiral set.

しかし、一般化螺旋集合を用いたピクセル化では Fig.1(a)にも示されているように、極において点の密度が密となる問題がある。そこで、生成された点群のうち全ての隣り合う 2 つの点の組について、その中点の集合を新たな点群とする、などの修正を行うことで密度の均一化を図った(Fig.1(b))。このようにして得られた点の集合を用いてピクセル化された球面を全方向コンプトンイメージングに適用し、得られたガンマ線入射方向分布を Fig.2 に示す。上記修正を施すことで、N=500 の場合、ピクセル面積の標準偏差が 2.5%から 1.6%に改善されていることを確認した。

参考文献 [1] 金森ら, 2018 年第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 21a-224B-5.
[2] E. B. Saff, and B. J. Kuijlaars, Mathematical Intelligencer **19**, 5-11, (1997).

© 2019年 応用物理学会