

卒業論文概要書

2023年2月提出

所属学科	応用物理学科	氏名	神田 健志	学籍番号	1Y19B027-1
研究題目	冬季日本海側における雷雲ガンマ線イメージングに向けた新規画像再構成法の検討			指導員	片岡 淳

【研究背景と目的】

日常的に目にすることが多い雷や雷雲について、内部の様子や発生原理ははっきり理解されていない。そういった中、近年、雷雲内部での物理現象によってガンマ線が発生している、ということが示唆されている。

そこで、当研究室で開発されたコンプトンカメラを利用し、雷雲から到来するガンマ線のイメージングに挑戦した。雷雲からのガンマ線のエネルギーが連続であるため、医療用の目的でイメージングを行う際と異なり、決まったエネルギーを対象にすることができず、広いエネルギー帯で画像再構成を行う必要がある。しかし、到来しているエネルギーが未知であるため、エスケープイベントと呼ばれる、検出器でエネルギーの一部を逃したイベントを判別することができない。また、コンプトンカメラの原理上、線源位置によって検出できる感度に違いが出る。感度の補正の際には目的とするエネルギーでシミュレーションを行い、補正のパラメータを求めることが多いが、雷雲イメージングにおいてはイベントごとにエネルギーが異なるため、全体に同じエネルギーでの感度補正を行うことができない。そこで本研究では、1イベントごとに感度補正を行い、エスケープイベントに対する補正を行うことが可能な、広いエネルギー範囲でイメージングを行う手法を検討した。

【感度マップの作成】

任意のエネルギーで感度補正を行うための感度マップを作成するにあたっては以下のような手順をとった。まず、シミュレーションによって離散的なエネルギーでの感度マップを複数作成し、感度マップのpixelごとに各エネルギー間での補間を行う、といった手順で行なった。

実際に実験室で撮影した結果に感度マップを適用したものを図1に示す。画像中の四角の方向に線源を置き、再構成を行った。感度マップを適用することで、外側から到来している右側のピークも見られるようになっていく。

【エスケープイベントに対する補正】

エスケープイベントとは、吸収体で一部のエネルギーしか検出せず、本来よりも低いエネルギーと捉えてしまうイベントを指す。本来到来しているエネルギーよりも検出したエネルギーを低く捉えてしまい、本来より外側からガンマ線が来ていると捉えてしまう。

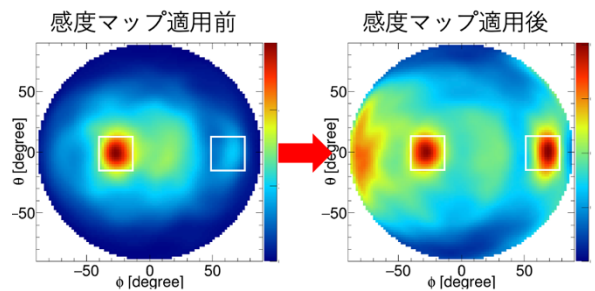


図1 感度マップ適用結果

そこで、シミュレーションのデータをもとに、検出したエネルギーが本当に到来していた確率を求め、補正を行った。連続線源を想定したシミュレーション結果に対して補正を行ったものを図2に示す。四角で囲った方向から照射を行ったものである。補正によってよりピークが強まっているといえる。

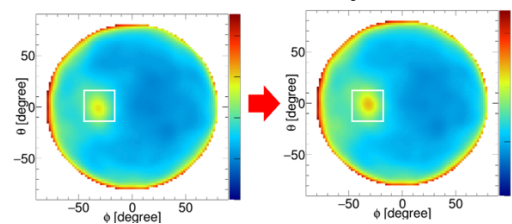


図2 エスケープイベント確率補正適用結果

【今シーズンの観測】

今シーズンの観測について、昨年から改良を行なった。まず、昨年はカメラを水平に置いていたが、斜め上に向けて設置し、雷雲からのガンマ線を正面に近い方向で捉えられるように変更した(図3)。さらに、新しくカメラを追加で設置し、各カメラの方向をずらすことでステレオ撮影に挑戦している。

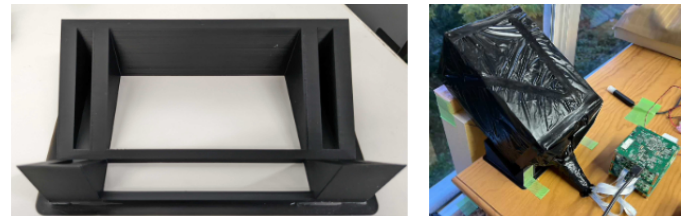


図3 コンプトンカメラの土台と設置の様子

【まとめと今後の展望】

雷雲からの連続エネルギーでのイメージング手法を検討し、感度補正やエスケープイベントに対する補正を行なった。今後は計算値をもとにした感度補正の方法について検討し、来季に向けて観測の改良も行う。