

V324a 光電子追跡型X線偏光計の機械学習による偏光応答モデルの開発

北口 貴雄, 深沢 泰司, 水野 恒史 (広島大), 玉川 徹, 早藤 麻美, 岩切 渉, 中野 俊男 (理研), 榎戸 輝揚 (京都大)

我々は 2–10 keV の宇宙X線の直線偏光を観測するために、X線偏光計を開発している。この偏光計はガス電子増幅器を内蔵するタイムプロジェクションチェンバーであり、X線とガスが反応して飛び出す光電子の飛跡を撮像する。光電子の微分断面積は、入射X線の電気ベクトルからの方位角を ϕ とすると、 $d\sigma/d\phi \propto \cos^2 \phi$ の関係にあるため、光電子の射出方向を測定することで、入射X線の偏光情報を取得できる。光電子飛跡の画像は、X線入射方向に射影した2次元イメージとして得られ、その大きさは約 3.6×3.6 mm で、 30×30 画素から成る。偏光計の感度を高めるためには、飛跡画像から光電子の最初の射出方向を正確に求める必要がある。

今回は、飛跡画像のイメージモーメントを用いて、光電子の射出角度を求める方法を紹介した (北口他, 17年春季年会, V337a)。また、グラフ理論の最短経路問題を利用したアルゴリズムも、中国のグループにより開発されている (Li+17, NIMA)。今回は、第3の方法として、機械学習による角度再構成を報告する。

機械学習のライブラリは、Googleが開発するオープンソース TensorFlow を用いた。訓練データとして、我々が開発してきた偏光計モンテカルロシミュレータを用いて、飛跡画像と光電子射出方向を得た。そして畳み込みニューラルネットワークを構築し、それに 30×30 画素の画像を1次元ベクトルに直したものを入力し、光電子角度を 36 等分した one-hot ベクトルをターゲット変数として出力した。24 コアを使って 6 時間、機械学習を行った結果、8.0 keV 単色X線での変調因子は 53% となった。これはイメージモーメントを用いた再構成法での値 56% に匹敵し、機械学習は天文データを較正する新たな手法になり得ることを示した。