

T19a 厳密数値積分法による運動学的スニャエフ・ゼルドビッチ効果の計算

大畑 洋一(上智大学)、須田康彦(上智大学)、伊藤直紀(上智大学)、野澤 智(城西短期大学)

銀河団が固有速度 v_p で固有運動をしているとき、その固有速度の無次元量 $\beta \equiv v_p/c$ と銀河団内の電子ガス温度の無次元量 $\theta_e \equiv k_B T_e/mc^2$ を定義して、運動学的スニャエフ・ゼルドビッチ効果の $\beta\theta_e^4$ および、 $\beta^2\theta_e^3$ までの展開計算により求められた近似解の有効性を調べるため、銀河団の固有速度 $\beta = \beta_z = 1/300(v_p \simeq 1000\text{km/s})$ と想定して、数値積分による厳密計算の値との比較を行った。銀河団内の電子ガス温度 $\theta_e=0.01(5\text{keV}), \theta_e=0.02(10\text{keV}), \theta_e=0.03(15\text{keV}), \theta_e=0.04(20\text{keV})$ の場合について、周波数範囲 $0 \leq X \leq 6.2 (0 \leq \nu \leq 352.4\text{GHz}, X \equiv h\nu/k_B T_0)$ に絞って誤差の評価を行った。その結果、 $\theta_e=0.01$ では、誤差 $\delta \leq 0.01\%$ 、 $\theta_e=0.02$ では、誤差 $\delta \leq 0.16\%$ 、 $\theta_e=0.03$ では、誤差 $\delta \leq 1\%$ 、 $\theta_e=0.04$ では、誤差 $\delta \leq 3.8\%$ という結果を得た。このことから、周波数範囲 $0 \leq X \leq 6.2$ では、 $\theta_e=0.01 \sim 0.04$ で、数値積分とほぼ一致しており、十分有効であることが確認できた。

Sazonov&Sunyaev、Challinor&Lasenby、Shimon&Rephaeliらも、運動学的スニャエフ・ゼルドビッチ効果の計算を行った。その結果、Shimon &Rephaeliらの結果だけ、我々と一致しなかった。そこで、Shimon &Rephaeliらによる運動学的スニャエフ・ゼルドビッチ効果の展開計算の結果(2004年)と我々の展開計算の結果との比較を紹介する。計算の条件を、銀河団の固有速度 $\beta = \beta_z = 1/300(v_p \simeq 1000\text{km/s})$ 、銀河団内の電子ガス温度 $\theta_e=0.02(10\text{keV})$ 、周波数範囲 $0 \leq X \leq 6.2$ として、厳密計算に対する(i)我々の展開計算の誤差(ii)彼らの展開計算の誤差、を計算した。そして、(i)と(ii)の比較を行ったところ、我々の展開計算の結果が $X \leq 6.2$ では、誤差 $\delta \leq 0.16\%$ で一致していたことに対して、彼らの展開計算の結果は、同様の周波数領域で、 $\sim 2\%$ の誤差を発生していることが確認できた。従って、彼らの展開計算の結果は、誤りであるという結論に至った。