

V110b 強度干渉計実験の量子光学的考察

松尾 宏, 江澤 元, 柴崎清登, 岩井一正, 下条圭美, 篠原徳之, 本間希樹 (国立天文台), 村田泰宏 (宇宙研)

我々は量子光学的手法を用いた光子計数型テラヘルツ干渉計 (PCTI: Photon Counting Terahertz Interferometry) を提案している。今回、原理実証のために野辺山電波ヘリオグラフを用いた強度干渉計実験を行った (江澤ほか、本年会)。本講演では、実験結果の量子光学的な考察を行う。

基本となる原理は、熱放射の揺らぎがボーズアインシュタイン統計に従う、ということである。電波領域の放射を光子の描像で捉えると、熱放射源からの電波光子が塊 (光子パンチ) となって到来し、電磁波の強度に比例した揺らぎとして観測される。この光子パンチは、電磁波の干渉性が保たれる条件 ($S\Omega = \lambda^2$) において干渉性の強度揺らぎを持つことになる。つまり、観測できる視野はヘテロダイン干渉計と同一である。

今回行った実験により、強度揺らぎの測定と相関強度の解析が行われた。その結果、強度相関が電界の相関強度の2乗に比例すること、および、1波長以内での遅延時間測定ができることが示された。本実験結果は、Hanbury-Brown and Twiss (1956) による強度干渉計実験の手法を再確認するとともに、強度信号を用いた複素ビジビリティが定義でき、天体の画像合成が可能であることを示している。一方で、強度干渉計では非常にダイナミックレンジの高い観測が必要であることも明らかとなった。テラヘルツ帯で高速に動作する光子計数型検出器を開発することにより、高ダイナミックレンジの計測が実現し、強度干渉計を光子計数型テラヘルツ干渉計 (PCTI) に発展させることが可能となる。講演では、本実験結果から明らかになった強度干渉計の長所・短所をヘテロダイン干渉計と比較して議論する。