

V134a 量子光学的手法の天体観測への応用について

松尾 宏 (国立天文台)

光子の統計情報を用いた天体観測手法について議論する。熱放射源からの光子はボーズアインシュタイン統計に従い、光子占有数 (photon occupation number) が1前後で光子のランダムな揺らぎから電波的なコヒーレントな揺らぎに変わる。光子占有数は、周波数と放射源温度に依存するため、適当な周波数帯で光子統計を測定することにより、天体の放射温度を直接求めることが可能となる。たとえば、ミリ波帯で宇宙背景放射の光子統計を測定することで、宇宙背景放射温度の超精密測定が可能となる。熱平衡にない放射源の場合、放射源の物理を反映した光子統計が測定されると期待される。

光子統計のもう一つの使い方は、光子計数型の干渉計を構成することである。すでに2011年の秋季年会において光子計数型テラヘルツ干渉計の提案を行ったが、本講演では光子バンチを用いて位相情報を得ることが可能であることを示す。テラヘルツ帯では天体からの光子数が多く、典型的には100MHz程度の光子レートが期待され、100秒間程度の積分時間で、統計的にはテラヘルツ帯波長の1/10程度 (10^{-13} s) で時刻差を求めることが可能である。相関強度と合わせて干渉計の複素ビジビリティとして用いることが可能となり、高感度高空間分解能の干渉計システムが実現する。従来の強度干渉計ならびにヘテロダイン干渉計との得失について比較し議論する。具体的な例として、光子計数型干渉計を用いた超長基線干渉計による大質量星形成領域、活動的銀河核、恒星、系外惑星の観測など、高周波高感度高空間分解能観測の可能性を示す。

最後に、テラヘルツ帯の光子を検出する技術として、超伝導トンネル接合を用いた光子計数型検出器の実現可能性および実験計画についても示す。