

V10a 20m プロトタイプ干渉計の光リサイクリング

佐藤修一、寺田聡一、大橋正健、藤本眞克、山崎利孝、福嶋美津広 (国立天文台)、三代木伸二 (東大宇宙線研)

重力波の検出のために世界で開発の進んでいる大型レーザー干渉計には、入射光量を増加することによって光のショットノイズ限界を緩和させるという目的で「リサイクリング」という技術が標準で取り入れられている。これは干渉計を1枚の鏡と見立てたときに、光源との間にもう1枚の鏡をおくことで共振器を構成して等価的に光強度を上げようという技術で、プロトタイプ干渉計を用いたR & Dが盛んに行われている。

国立天文台三鷹に設置されている基線長20mのFabry-Perot型レーザー干渉計では、TAMA300クラスの大型干渉計にも転用可能な実用的なリサイクリングゲインを達成することを目指して研究が進められてきた。かねてから問題だった鏡の多層膜コーティングに由来する損失は幾度にもわたるテストピースでの試験成膜と評価の繰り返しの結果、1光学素子あたりの全損失50ppmという非常に厳しい要求をクリアするまでに改善され、現在はすべて再成膜された鏡がインストールされている。また、地面振動に由来する鏡の姿勢の乱れは直接に共振器の安定性を左右し、結果としてリサイクリングゲインを落とす重要な因子になっていたが、アラインメント・コントロール(姿勢制御)を導入することで十分に改善された。

以上の技術開発により、現時点で世界最高のリサイクリングゲイン8を安定に達成できており、リサイクルした干渉計のアラインメント・コントロールに世界で初めて成功した。