29pXD-3 Current Status of CLIO

ICRR, the University of Tokyo
Takashi Uchiyama and CLIO/TAMA collaboration

Cryogenic Laser Interferometer Observatory (CLIO)[1]は神岡坑内、地下 1000m に設置された、100m の基線長を持つレーザー干渉計型重力波検出器である。CLIO は Large-scale Cryogenic Gravitational wave Telescope (LCGT)を特徴付ける先進的要素の技術立証を目的としている。それは、すなわち、地面振動の静かな「地下サイト」の利用と、熱雑音を効果的に低減する「低温鏡」による感度向上を見ることである。

CLIO は 2002 年の建設スタートから、約 4 年を経て、2006 年 2 月に運転を開始した。その後の 2 年間で以下の成果をあげた。

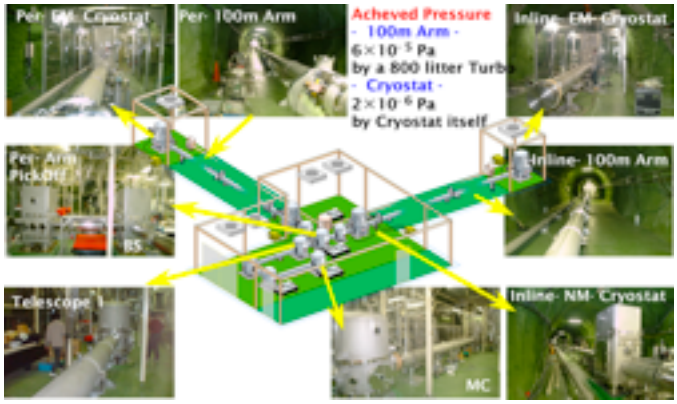
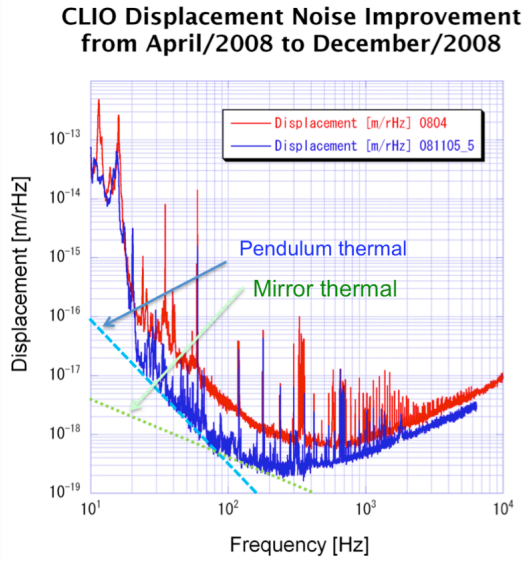
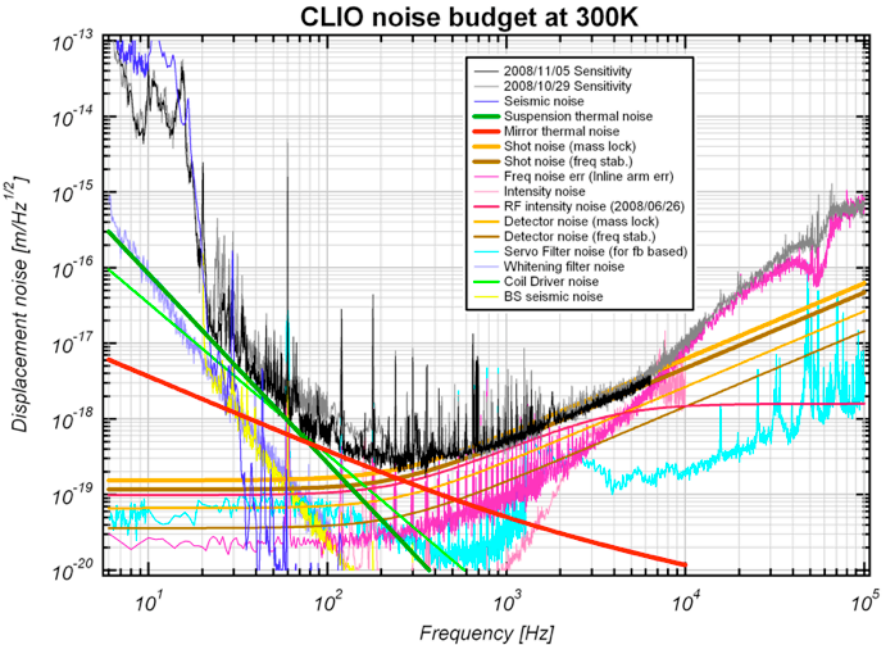
- 2006 年度
  - 室温でのノイズハンティングを行った。20Hz で重力波感度(Strain sensitivity)$10^{-18}/\sqrt{\mathrm{Hz}}$ を達成。これはアメリカ LIGO(4km)と同等。地下サイトの有効性を実証した。
  - 一週間の観測を行い、約 80 時間のデータを取得。優れた低周波感度を活用し、ベラパルサーからくる重力波(約 22.4Hz)に対し、世界で初めて上限値 5.3×10^{-20} を与えた。
- 2007 年度
  - 全ての鏡を約 14K に冷却し、干渉計の運転に成功。
  - 低温でのノイズハンティングを行い、室温でのベスト感度に接近した。

2008 年度は、以上の成果を受け、室温での鏡の熱雑音に到達すべく、室温でのノイズハンティングを再開した。そして、下記の経過を経て「感度の制限要素を全周波数領域で理解」し、「室温の目標感度を実現」した。変位測定感度(Displacement sensitivity)は 250Hz で $3\times10^{-19}\mathrm{m}/\sqrt{\mathrm{Hz}}$ に到達している。

- 6 月: 国立天文台・川村静児准教授の指摘で、ミラーに取り付けた磁石とコイルフレーム間の eddy current damping の影響を低減。20-300Hz で感度更新。
- 9 月: ビームセンタリングを行い、鏡のピッチ(首振り)振動の影響を低減。150Hz で鏡の熱雑音の予想値に到達。
- 10 月末: 国立天文台・TAMA メンバーの協力による各種ノイズ

評価を行った。特に 400Hz 以上の周波数域が、レーザーショットノイズでリミットされていることを確認した。

2009 年度の CLIO は、変位感度が室温の鏡の熱雑音に到達したことを受け、冷却に伴う熱雑音の低減、それによる感度向上を実証すべく、鏡の冷却を行う。そのための準備作業を、国立天文台・TAMA メンバーも合流して進めている。

この講演では現状報告を中心に CLIO の紹介を行う。

[1] K. Yamamoto et al., “Current status of the CLIO project”, Journal of Physics: Conference Series **122** (2008) 012002.