

光計測を用いた極限環境用地震計の開発

Development of optical seismometers for observations at extreme environments

新谷 昌人^{1*}, 堀 輝人¹, 西川 泰弘¹, 小林 直樹², 白石 浩章², 鹿熊 英昭³, 石原 吉明⁴

ARAYA, Akito^{1*}, HORI, Teruhito¹, NISHIKAWA, yasuhiko¹, KOBAYASHI, Naoki², SHIRAIISHI, Hiroaki², KAKUMA, Hideaki³, ISHIHARA, Yoshiaki⁴

¹ 東大地震研, ²JAXA 宇宙研, ³ 地震予知振興会, ⁴ 国立天文台 RISE

¹ERI, Univ. Tokyo, ²ISAS, JAXA, ³ADEP, ⁴NAO, RISE

月・惑星の地下構造の探査には地震観測が有効である。とくに深部を含む全球的な構造解明には長周期地震波を検知できる広帯域地震計による観測が不可欠である。月や火星の探査においてはこれまで短周期を主とした限られた地震観測しか行われていないが、もし広帯域地震計を設置できれば、多くの情報が得られるであろう。一方、地球上でも深層ボアホールに地震計を設置できれば低ノイズの環境で震源域近傍における観測が可能となる。このように、温度・放射線・電力/スペースの制約・運搬/設置の衝撃など、従来の地上観測と大きく異なる極限環境において動作可能な広帯域地震計は今後必須の観測機器であると考えられる。われわれは極限環境で使用できる広帯域地震計の開発をすすめている。おもりの変位検出にレーザー干渉計を使用し、高い検出性能を保ちつつ光計測により極限環境下でも動作可能な原理を用いている。

これまでの研究でレーザー干渉式広帯域地震計の安定動作、1mHz~50Hzまでの帯域での広帯域観測、雑音レベルの評価をプロトタイプ(幅200mm×高さ210mm×奥行115mm)を用いて実施した。光ファイバーで干渉計部分にレーザー光を導入し、干渉光の取り出しも光ファイバーで行っている。並行して、レーザー干渉計部分の高温環境耐性の試験を実施した。外部から光を導入できる特殊な構造の高温試験装置を開発し、室温から290度までの範囲で必要な干渉信号が得られることを確認した。

現在、地下深部や月・火星への設置を目指して、さらなる小型化と装置の自動化を進めている。光計測はさまざまな環境や柔軟な構成で動作可能であり、金星や水星、外惑星の氷衛星など極端な温度環境の探査へも応用が見込まれる。

キーワード: 地震計, 広帯域, 惑星探査, レーザー, 干渉計

Keywords: seismometer, broadband, planetary exploration, laser, interferometer