

南極昭和基地における絶対重力計 (A10 および FG5) 10MHz 原子時計の周波数校正 Frequency corrections of 10MHz atomic clocks in absolute gravimeters (A10 and FG5) at Syowa Station, Antarctica

風間 卓仁^{1*}, 東 敏博², 早河 秀明³, 岩波 俊介⁴, 土井 浩一郎³, 青山 雄一³, 福田 洋一¹, 西島 潤⁵
KAZAMA, Takahito^{1*}, HIGASHI, Toshihiro², Hideaki Hayakawa³, Shunsuke Iwanami⁴, Koichiro Doi³, Yuichi Aoyama³,
Yoichi Fukuda¹, Jun Nishijima⁵

¹ 京都大学理学研究科, ² 合同会社テラグラブ, ³ 極地研究所, ⁴ 苫小牧工業高等専門学校, ⁵ 九州大学工学研究院
¹ Kyoto University, ² TerraGrav LLC, ³ National Institute of Polar Research, ⁴ Tomakomai National College of Technology,
⁵ Kyushu University

絶対重力観測では落下体の落下距離と落下時刻を高精度に観測することにより、重力絶対値を得ることができる。このうち落下時刻については 10MHz 原子時計によって計測されることが多く、正しい重力絶対値を得るためには時計周波数の絶対値を高精度に知っておく必要がある。しかしそれぞれの時計周波数は 10MHz からわずかにずれていることが多く、時間的にドリフトすることもある。したがって、正しい重力絶対値を得るには 10MHz 原子時計の周波数校正が不可欠であり、そのためには 10MHz 程度の周波数を発振する基準時計が必要となる。

そこで我々は、第 53 次日本南極地域観測隊として南極昭和基地を訪れた際に、絶対重力計の 10MHz 原子時計の周波数校正を実施した。校正を実施した時計は (1) 絶対重力計 A10 (#017) のルビジウム時計、(2) 絶対重力計 FG5 (#210) のルビジウム時計、および (3) 絶対重力計用の予備ルビジウム時計である。また、10MHz の基準時計として (4) セシウム時計、および (5) 水素メーザーを使用した。具体的には、校正時計と基準時計の正弦波信号を同時にオシロスコープに映し出し、校正時計の正弦波がずれて行く様子を動画で撮影した。その後、動画解析により基準時計に対する各校正時計の周波数ずれを求めた。我々はこのような校正作業を 2012 年 1~2 月の 2 ヶ月間で定期的実施し、各校正時計の周波数絶対値の時間変化を得た。

その結果、(1) A10 ルビジウム時計の周波数は 10MHz から約 +0.15Hz ずれており、-0.0018Hz/day の一定速度で時間変化していることが分かった。これらの周波数ずれは、約 +30micro-gal および -0.36micro-gal/day の重力絶対値の見かけのずれに相当する。A10 重力計の観測精度は 10micro-gal なので、この重力値ずれは A10 重力計で検出できるほど大きいことが分かる。一方、(2) FG5 ルビジウム時計、および (3) 予備ルビジウム時計に関しては、10MHz からの周波数ずれは $\pm 0.002\text{Hz}$ (重力値換算で $\pm 0.4\text{micro-gal}$) 以内に収まっており、これらの絶対重力計で検出できる重力変化よりも有意に小さいことが分かった。

我々は今回の時計周波数校正結果をもとに、南極で観測した重力絶対値に補正を施す予定である。また絶対重力値の最終結果については、当日のポスター発表で明記したいと考えている。

キーワード: 絶対重力計, 10MHz 原子時計, ルビジウム時計, セシウム時計, 水素メーザー, 南極

Keywords: Absolute gravimeter, 10MHz atomic clock, Rubidium clock, Cesium clock, Helium maser, Antarctica