

■ はじめに

光格子時計は、非常に安定した時刻標準を与えるだけでなく、空間的に異なる地球上の重力ポテンシャル数によって生じる時計歩度の変化を検出することで精密な物理的な標高差を与える、画期的な測定機器である。現在、物理的な高さには複数の定義が存在する。この課題を解決するため、国際測地学協会 (IAG) は、地球上の物理的な高さの記述に重力ポテンシャル数を用いることを推奨する決議を採択した。しかしながら、水準測量や重力測定といった測地学的な標高差を測定する従来の技術は、重力ポテンシャル数を直接与えることはできず、そのため、仮定や近似が原因で生じる系統的な誤差を生じる可能性をもつ煩雑な変換を必要としている。一方、光格子時計によると、重力ポテンシャル数の差を直接計測することができるため、仮定や近似なしに、系統誤差の無い標高差を与えることが期待されている。また、光格子時計には、従来の技術に比べ、連続観測が可能、機器ドリフトがない、誤差の累積性がない、などの利点があり、地球科学的にもさまざまな応用が期待される。

■ 活動内容

1. 光格子時計による標高差測定実験への参加

国土地理院では、東京大学大学院工学系研究科 香取秀俊教授のグループによる光格子時計を用いた標高差測定実験に参加し、直線距離で約15キロメートル離れた東京大学(東京都文京区)と理化学研究所(埼玉県和光市)に設置された2台の光格子時計間の標高差を水準測量で計測した。その結果は、光格子時計間の遠隔比較により計測された計測値と5cmの誤差範囲内で一致し、世界で初めて遠隔地時計比較によるセンチメートルレベルの標高差計測に成功した(Takano et al., 2016)。

2. 光格子時計の測地学における活用の検討

光格子時計にはまだ改良の余地があり、最終的には離れた2地点間の標高差をミリメートル級の高い精度で計測することが期待されている。従来標高差の計測に用いられてきた水準測量に比べ、長い距離でも高い精度を保つことができ、かつ計測が短時間(～数時間)で可能なため、将来的には水準測量を補完し、標高基準系の効率的な維持管理を実現するための有望な技術である。

将来的に光格子時計が実用化された際、測地学分野ではどのような応用例がありうるか検討した。その結果を

以下に示す:

● 標高基準系への応用

国土地理院は、水準測量と重力測定を組み合わせることで全国の標高を繰り返し測定し、およそ100年にわたって日本の標高基準系を維持してきた。ただし、全国の1サイクルの測定には約10年という莫大な時間と費用を要することから、効率化する手段が長く望まれていた。光格子時計による標高差計測は、一度機器を設置すれば長期間連続観測が可能であるうえ、水準測量で問題となる長距離の累積誤差がないことから、その代替として有望である。

● 地殻変動監視

光格子時計による計測には原理的に機器ドリフトがないという利点があるため、長期間の観測に適している。火山活動による地殻変動の監視や、地震を引き起こすプレート境界のひずみの監視などの用途が考えられる。

代表発表者 **宗包 浩志 (むねかね ひろし)**
 所 属 **国土地理院 地理地殻活動研究センター
 宇宙測地研究室**
 問合せ先 **〒305-0034 つくば市北郷1番
 TEL:029-864-4832 FAX:029-864-2655
 munekane-h96nu@mlit.go.jp**

■キーワード: (1)光格子時計
 (2)標高差
 (3)測地学

■共同研究者: 香取秀俊(東京大学工学系研究科)