

ストロンチウム原子の時計遷移の絶対周波数測定 -SI秒との比較における不確かさの低減-

Absolute frequency measurement of the 1S_0 - 3P_0 clock transition in ^{87}Sr :

Reduction of uncertainty due to comparison with the SI second

○田邊健彦^{1,*}, 赤松大輔¹, 小林拓実¹, 高見澤昭文¹, 柳町真也¹, 池上健¹, 鈴山智也¹,
稲場肇¹, 大久保章¹, 安田正美¹, 洪鋒雷^{1,2}, 大苗敦¹, 保坂一元¹ (1. 産総研, 2. 横国大)

○T. Tanabe¹, D. Akamatsu¹, T. Kobayashi¹, A. Takamizawa, S. Yanagimachi¹, T. Ikegami¹,
T. Suzuyama¹, H. Inaba¹, S. Okubo¹, M. Yasuda¹, F.-L. Hong^{1,2}, A. Onae¹, and K. Hosaka¹

(1. NMIJ, AIST, 2. YNU) * t.tanabe@aist.go.jp

近年の光周波数標準の高精度化に伴い、セシウム原子のマイクロ波遷移による現在のSI秒の定義を、近い将来、他の原子あるいはイオンの光遷移を用いた新しい秒の定義に変える、「秒の再定義」に向けた議論が盛んに行われている。ストロンチウム(^{87}Sr)原子の 1S_0 - 3P_0 遷移(時計遷移、遷移周波数値約429 THz)は、2006年に光格子時計として初めてSI秒の新しい定義の候補の一つに採択された。それ以降も、複数の独立した装置による周波数計測の整合性の検証や、未知の不確かさ要因の探索という観点から、国内外の研究機関で繰り返し測定が行われている。本グループでは、2014年にSr光格子時計の開発に成功し、時計遷移絶対周波数測定の結果を報告した([1], 429 228 004 229 872.0(1.6) Hz, 相対不確かさ 3.7×10^{-15})。今回、より不確かさの小さい絶対周波数測定に取り組んだ。

絶対周波数測定とは、SI秒を基準に周波数を測定することである。本グループの前回の測定[1]では、測定時間不足により、産総研の時間周波数国家標準UTC(NMIJ)を介してSI秒と比較した際の不確かさが、主な不確かさ要因の一つであった。すなわち、UTC(NMIJ)とSI秒とは、 10^{-15} 以下の不確かさを実現するために5日間平均で比較されているが、Sr光格子時計の一日の運転時間が数時間程度であったために、測定していない間のUTC(NMIJ)の細かい周波数変動がモニターできなかったことにより大きな不確かさが生じたのである。この問題を解決するために、今回は原子泉型一次周波数標準器(SI秒実現のためのセシウム原子時計, [3])を仲介発振器として用いた。原子泉型セシウム原子時計は、UTC(NMIJ)と比較して極めて高い周波数安定度を持ち、かつ長時間運転が可能のため、Sr光格子時計が動いていない時のUTC(NMIJ)の変動がモニター可能である。これにより時計

遷移周波数値の不確かさを前回の1/3以下に軽減することに成功した([2], 429 228 004 229 873.56(49) Hz, 相対不確かさ 1.2×10^{-15})。図1は、本グループや他機関で近年行われた絶対周波数測定の結果である。これらの測定結果は、昨年9月に行われた時間周波数諮問委員会において議論され、 ^{87}Sr 原子の時計遷移の推奨周波数値とその不確かさの更新に貢献した。これは秒の再定義に向けた重要なステップである。

[1] D. Akamatsu *et al.*, *Appl. Phys. Express* **7**, 102401(2014). [2] T. Tanabe *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **82**, 043408(2015).

[3] A. Takamizawa *et al.*, *IEEE Trans. Instrum. Meas.* **64**, 2504(2015).

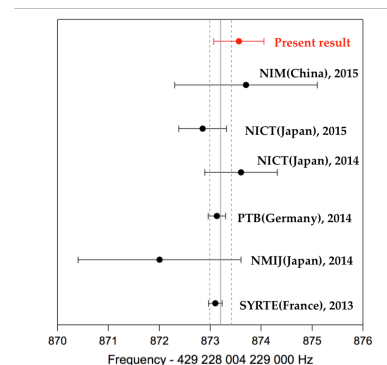


Figure 1. Results of absolute frequency measurements of the 1S_0 - 3P_0 transition in ^{87}Sr atoms. Circle in red is present result.