

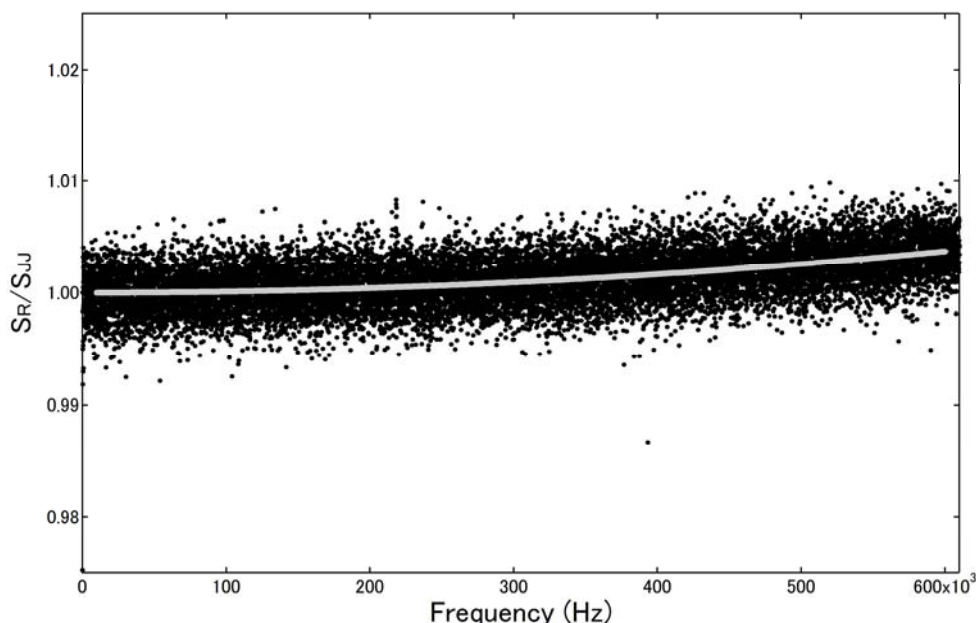
量子電圧雑音源を基準とした雑音温度計によるボルツマン定数の測定

A Boltzmann Constant Measurement using Johnson Noise Thermometry
with a Quantum Voltage Noise Source産総研計測標準¹, 産総研ナノエレ², 東京都市大³ ○山澤一彰¹, 浦野千春¹, 山田隆宏²,吉田俊介³, 山森弘毅², 福山康弘¹, 金子晋久¹, 丸山道隆¹,堂前篤志¹, 桐生昭吾³AIST NMIJ¹, AIST NeRI², Tokyo City Univ.³ ○K. Yamazawa¹, C. Urano¹, T. Yamada², S. Yoshida³,H. Yamamori², Y. Fukuyama¹, N. Kaneko¹, M. Maruyama¹, A. Domae¹, S. Kiryu³

E-mail: kazuaki-yamazawa@aist.go.jp

国際単位系SIの熱力学温度の単位ケルビンの定義は基礎物理定数であるボルツマン定数を基にした定義となることが決議されたことを受け、我々は抵抗器の熱雑音から熱力学温度を求めるJohnson Noise Thermometryによってボルツマン定数の精密測定を行う技術の開発に取り組んでいる。前回は、最終出力段がジョセフソン接合で実装された任意波形発生器である量子電圧雑音源(QVNS)の実装、および、約19.073 Hzの正弦波の奇数高調波の重畳による正確な振幅の擬似雑音信号が生成について報告した。

ボルツマン定数は、水の三重温度 $T=273.16$ Kに置いた約100 Ω の抵抗器の熱雑音のパワースペクトル密度 $S_R=4kTR$ (k :ボルツマン定数、 T :温度、 R :抵抗値)と、量子電圧雑音源が発生する信号のパワースペクトル S_{JJ} との比 S_R/S_{JJ} 、および抵抗器の抵抗値 R を実測し求める。 S_{JJ} は全ての高調波の振幅はスペクトル強度の平均値が抵抗器のスペクトル強度とほぼ等しくなるように設定されており、電荷素量 e 、プランク定数 h 、クロック周波数および任意数値係数のみで記述できる。図1は S_R/S_{JJ} の実測例である。適切な比の測定のためには、抵抗器側およびQVNS側のマッチングが必要である。今回の講演では S_R/S_{JJ} の実測からボルツマン定数を求める際のデータ処理を中心に解説する。

図1. S_R/S_{JJ} の実測例

本研究は科研費基盤研究(A)22246013の助成を受けたものである。