

1G11

## 不均一な超伝導ナノ細線における

### 量子位相滑りのインスタントン解析

(京大院・理<sup>1</sup>, LPMC/ジョセフ・フーリエ大<sup>2</sup>, 筑波大院・数理物質<sup>3</sup>)

○田口真彦<sup>1</sup>, Basko Denis<sup>2</sup>, Hekking Frank<sup>2</sup>, 都倉康弘<sup>3</sup>

### Instanton analysis for quantum phase slip of inhomogeneous superconducting nanowire

(Dept. of Sci. Kyoto Univ.<sup>1</sup>, LPMC/Joseph Fourier Univ.<sup>2</sup>,

Dept. of Pure and Appl. Sci. Univ. of Tsukuba<sup>3</sup>)

○M. Taguchi<sup>1</sup>, D. Basko<sup>2</sup>, F. Hekking<sup>2</sup>, Y. Tokora<sup>3</sup>

ジョセフソン接合や超伝導ナノ細線におけるダイナミクスは、その電荷揺らぎを制御する荷電エネルギーと位相揺らぎを制御するジョセフソンエネルギーにより特徴付けられる。現在、ジョセフソン効果に双対な現象である量子位相滑り(QPS)が新奇な物理現象として注目を集め、さらには電流標準や超伝導量子ビットなどの応用面も検討されている[1, 2]。QPSでは出来るだけ電荷揺らぎを抑えることが必要であるが、そのためにはジョセフソン接合やナノ細線を含む系の抵抗あるいはインダクタンスを大きくすることが考えられる。しかしながら、抵抗を大きくすることは有限の電流状態での散逸による、系からの発熱の問題があるため、インダクタンスを制御することが有効である。しかし、ジョセフソン接合などの接合系の近くに大きなインダクタンスを実現することは難しく[3]、近年、超伝導細線やジョセフソン接合列による大きな外部インダクタンスを用いた実験が活発に行われている[4, 5, 6]。

最近我々は、[7]で扱っている均一な超伝導リングを図1のように不均一にした場合におけるジョセフソンエネルギーの繰り込みを報告した[8]。今回の発表では同様のモデルにおいて、系のダイナミクスの重要な物理量である位相滑り速度を、経路積分とインスタントンの方法を用いて解析した結果を報告する[9]。具体的には、超伝導リングのキャパシタンスとインダクタンスを周期変調した下でのポテンシャルエネルギーから、古典的に取りうる位相配置を調

べ、周期変調の相対振幅の1次の摂動論により、位相滑り速度の解析的な表式を得た。これらの結果を最近の実験[4, 5, 6]の値を用いて評価することにより、均一な超伝導リングとの違いを示し、QPSを制御するために、単一ジョセフソン接合と超伝導リングからなる超伝導システム全体の制御について議論する。

参考文献:

- [1] K. K. Likharev *et al.*, Jour. Low. Tem. Phys. 59, 347 (1985).
- [2] J. E. Mooij *et al.*, Nat. Phys. 2, 169 (2006).
- [3] W. Guichard *et al.*, Phys. Rev. B 81, 064508 (2010).
- [4] O. V. Astafiev, *et al.*, Nature **484**, 7394 (2012).
- [5] J. T. Peltonen, *et al.*, Phys. Rev. B **88**, 220506 (2013).
- [6] T. Weissl, *et al.*, Phys. Rev. B **91**, 014507 (2015).
- [7] F. W. J. Hekking *et al.*, Phys. Rev. B **10**, 6551 (1997).
- [8] M. Taguchi *et al.*, Phys. Rev. B **92**, 024507 (2015).
- [9] M. Taguchi *et al.*, in preparation.

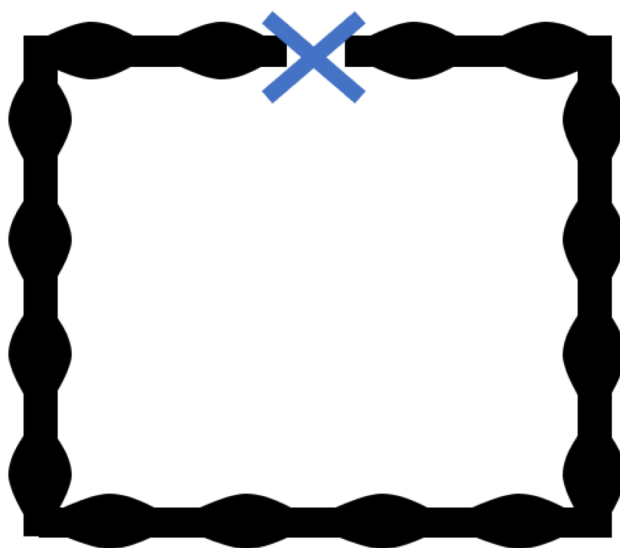


図1 : **✕**印で表される単一ジョセフソン接合が不均一な超伝導細線に接続されたモデル