

回転しているタイヤにおける確率共振を用いたエネルギー・ハーベスティング

Energy Harvesting in Rotating Tires Using Stochastic Resonance



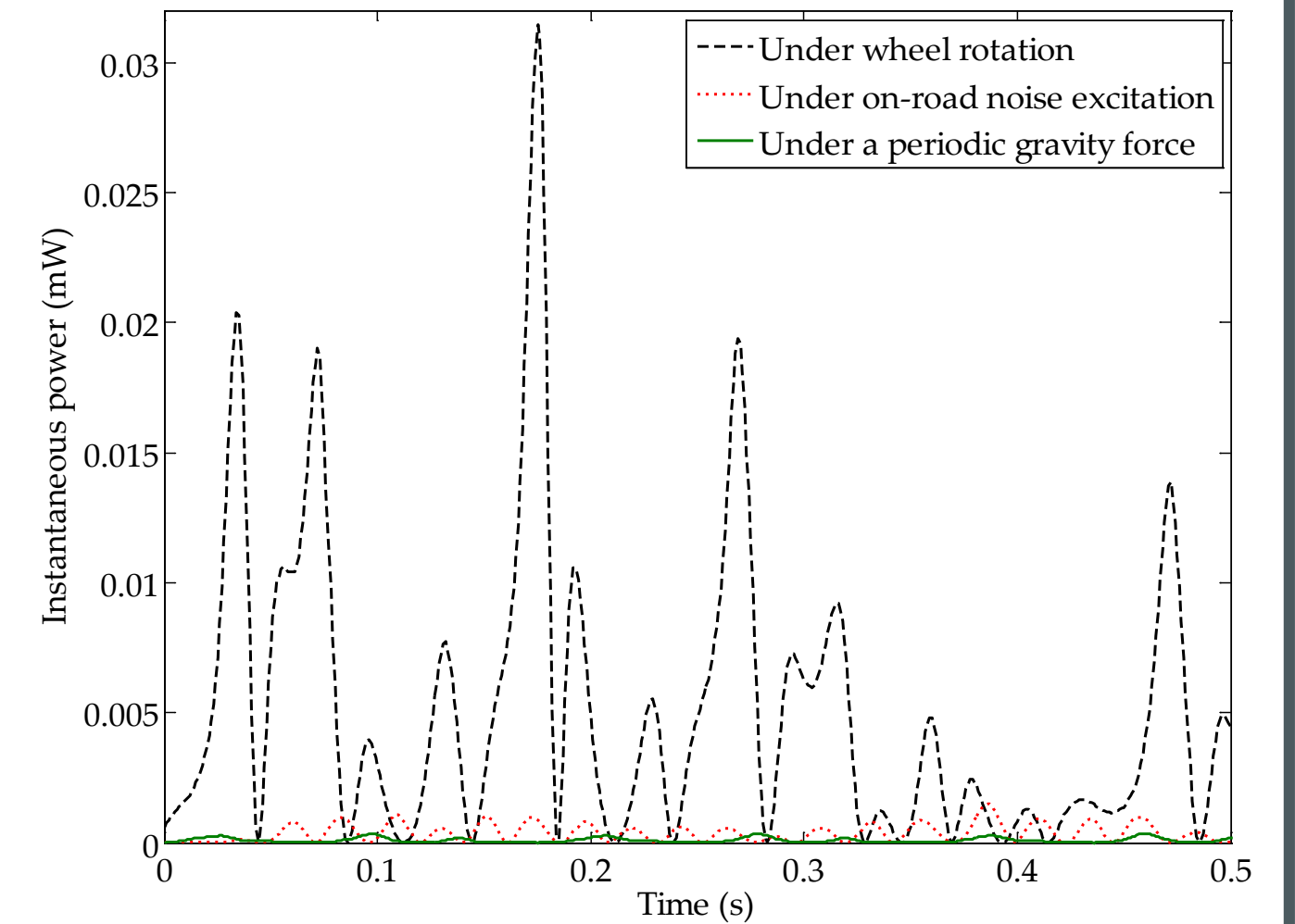
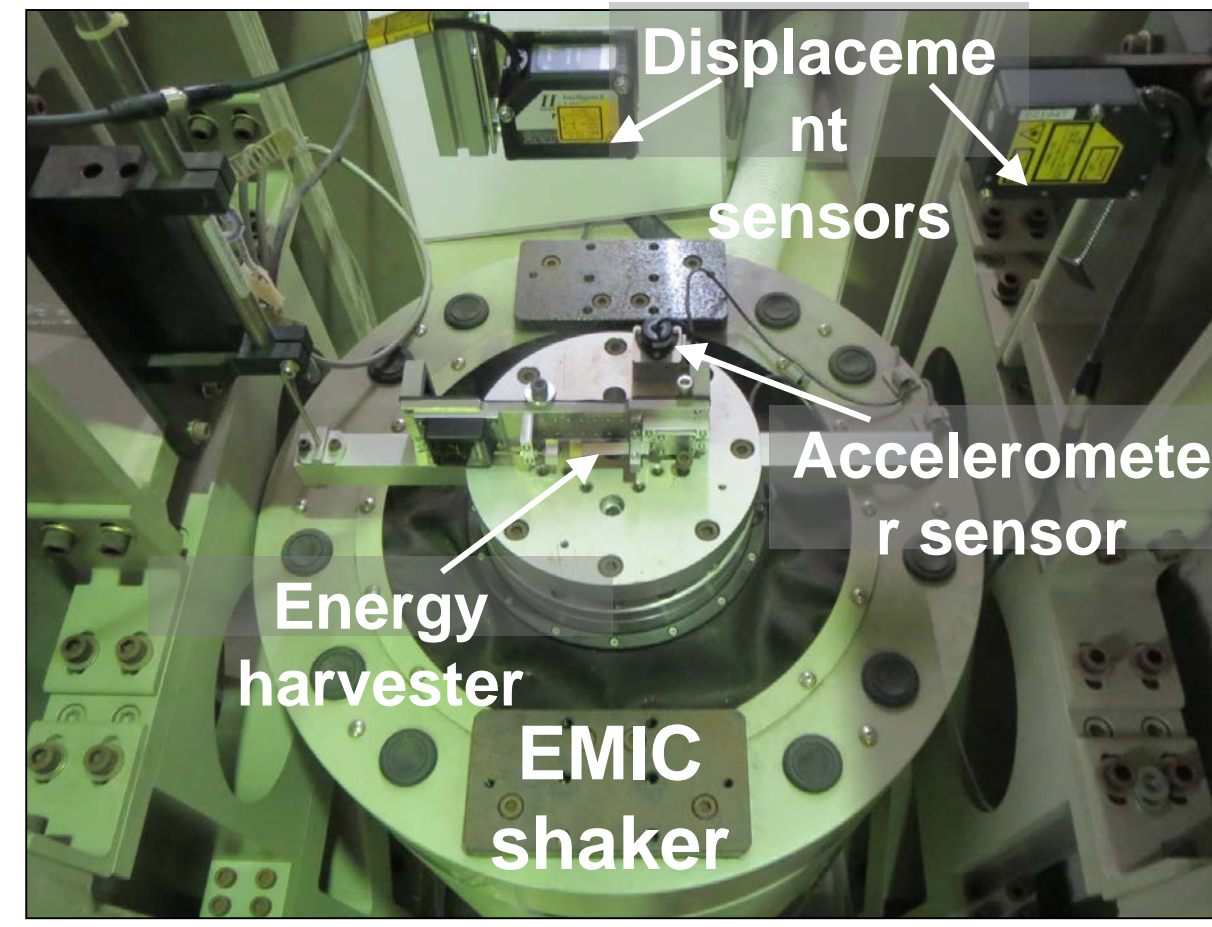
English Version

Partner: Kim Lab, University of Strathclyde

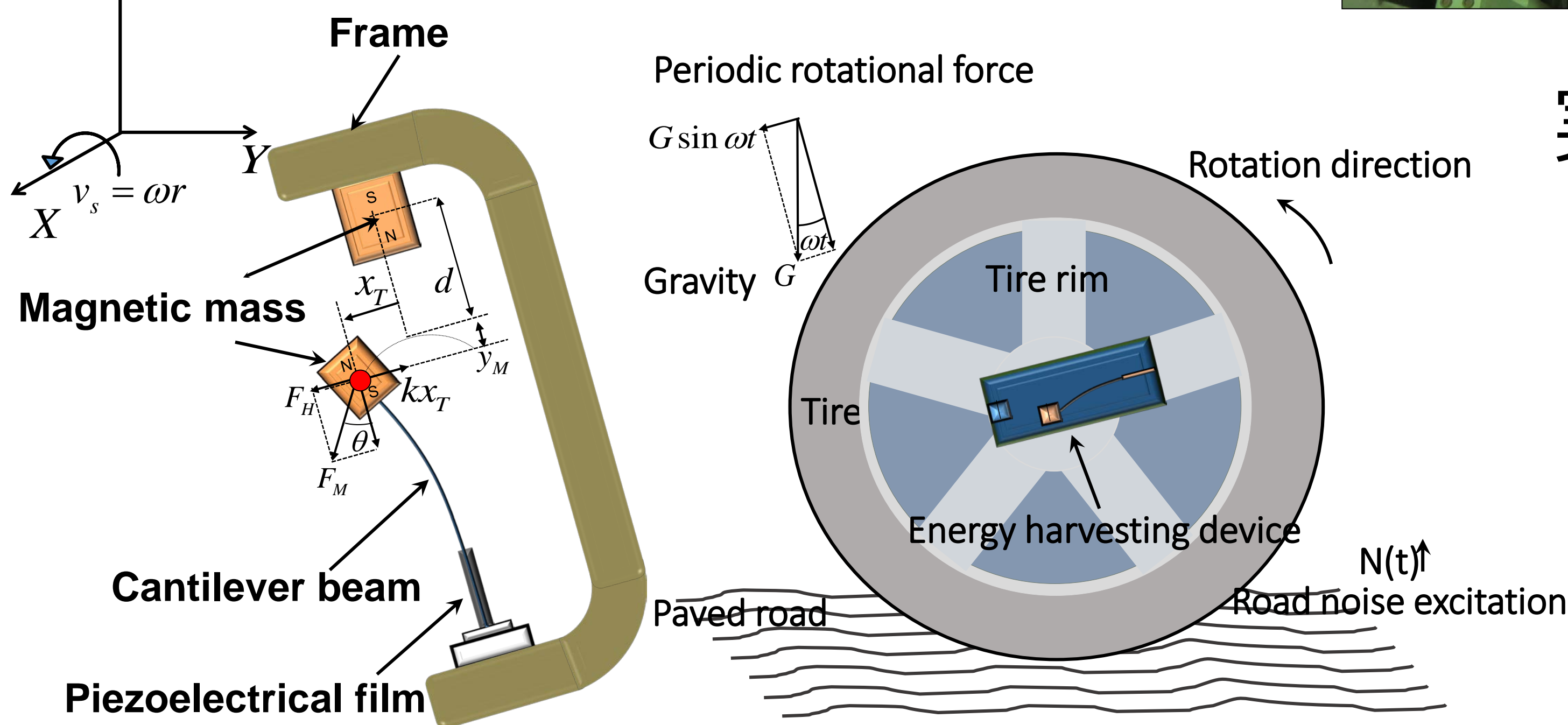
概要 Introduction

センサを取り付けることが必要とされいながら、電力供給が難しい回転しているタイヤ内部で、発電を行うことを考える。回転によって発生する周期的な力と路面からの振動を同時に得られることに注目し、確率共振現象を用いて振動を増幅させ、多くの電力を得ることを試みる。

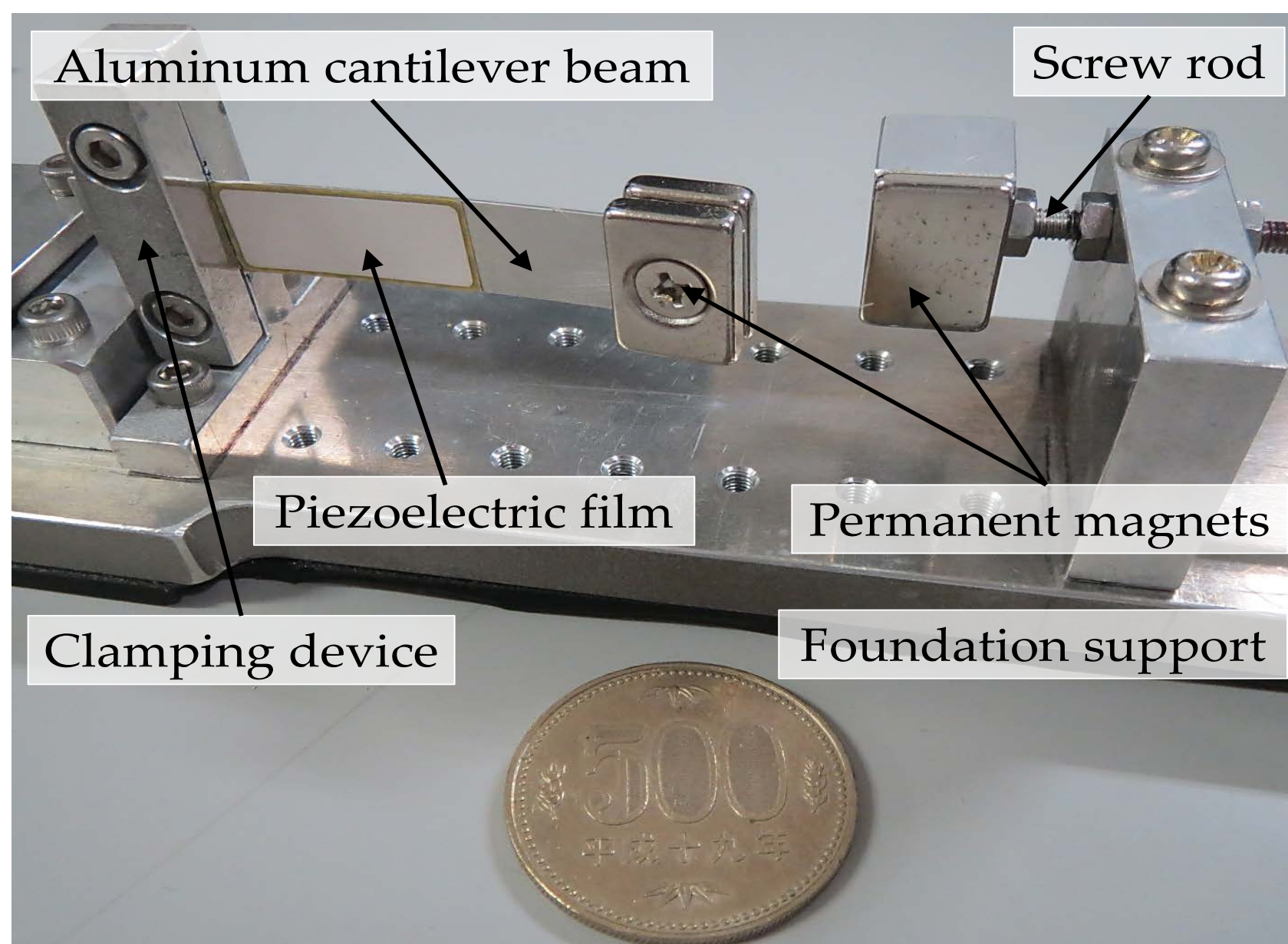
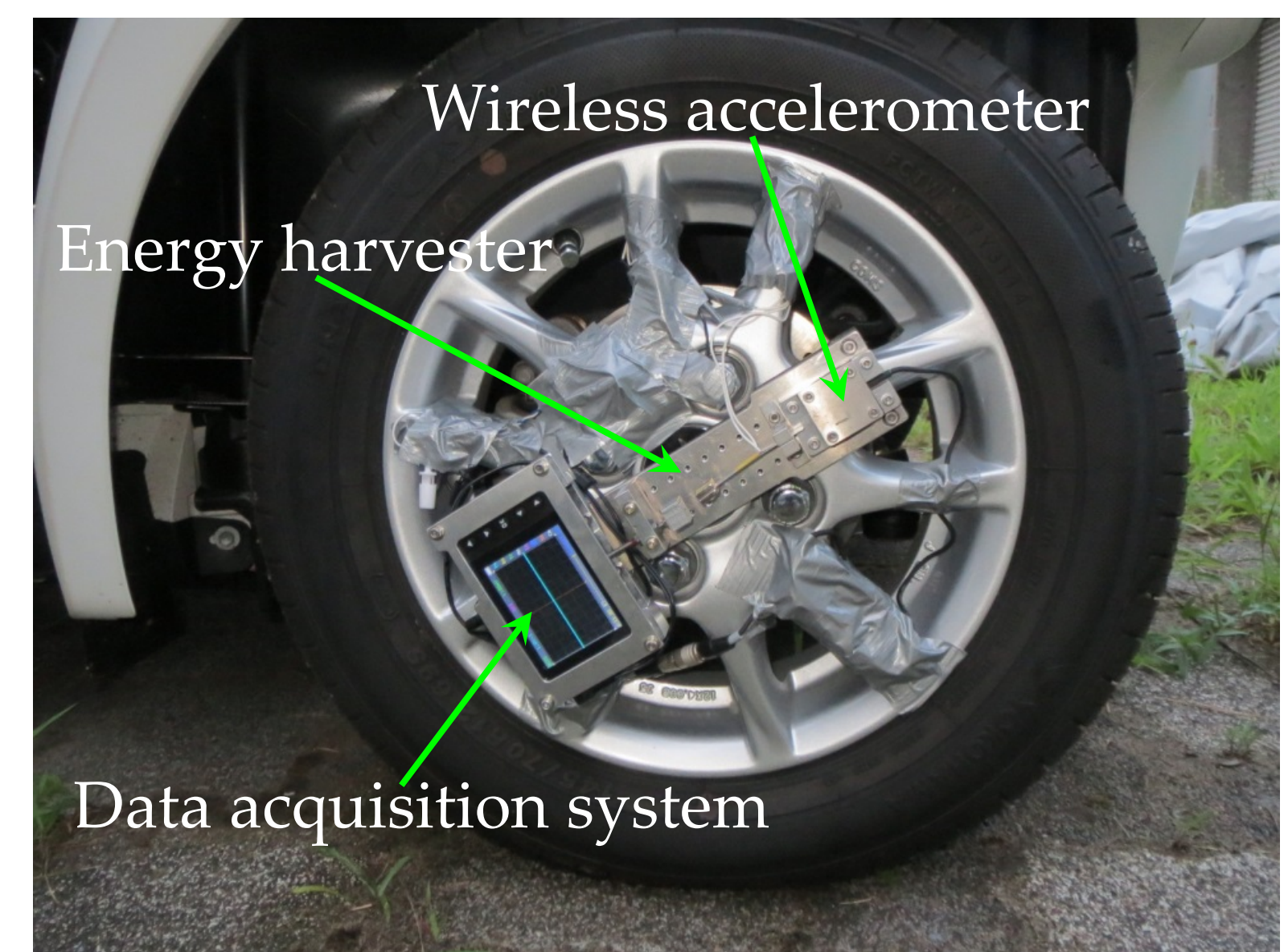
加振実験 Shaker test



システム概要 Schematic of the system

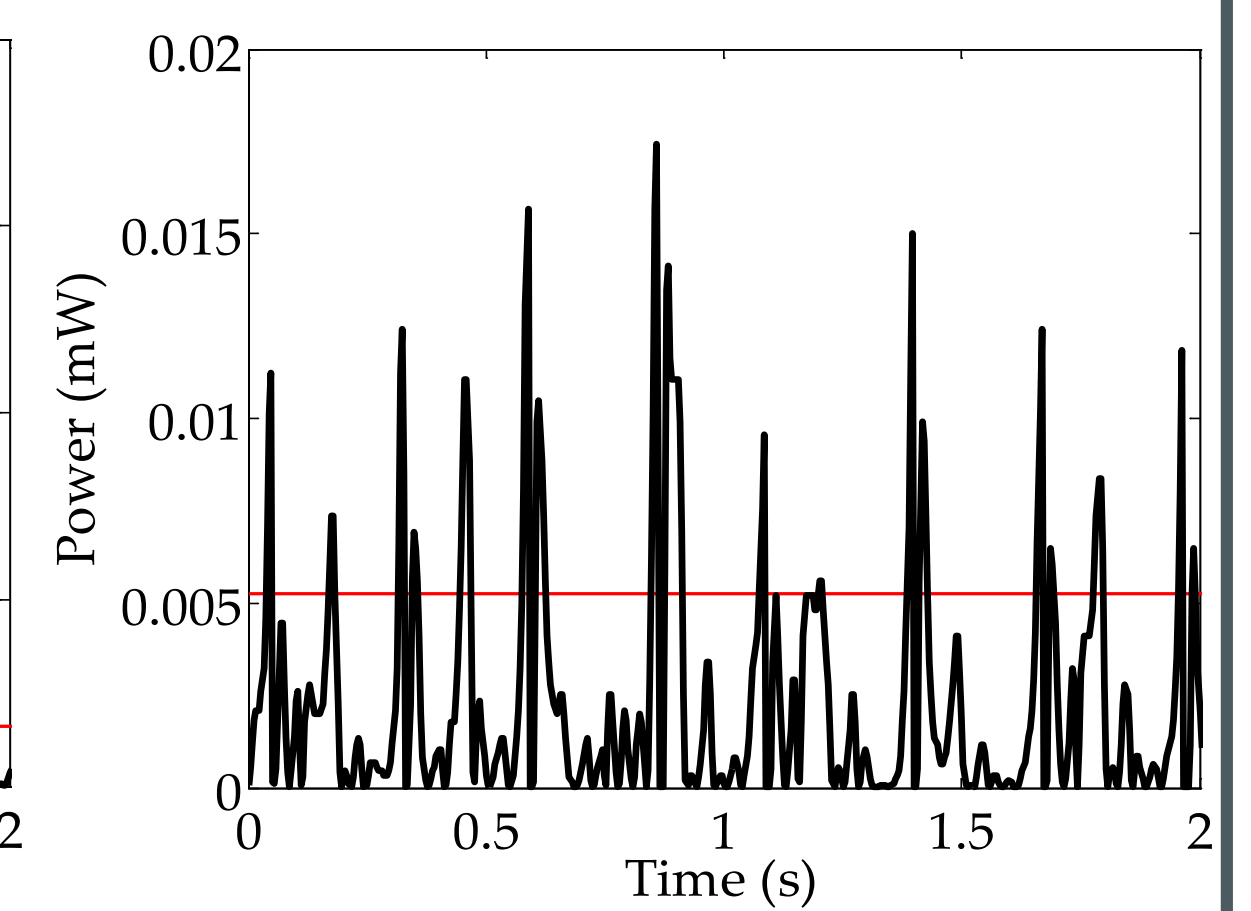
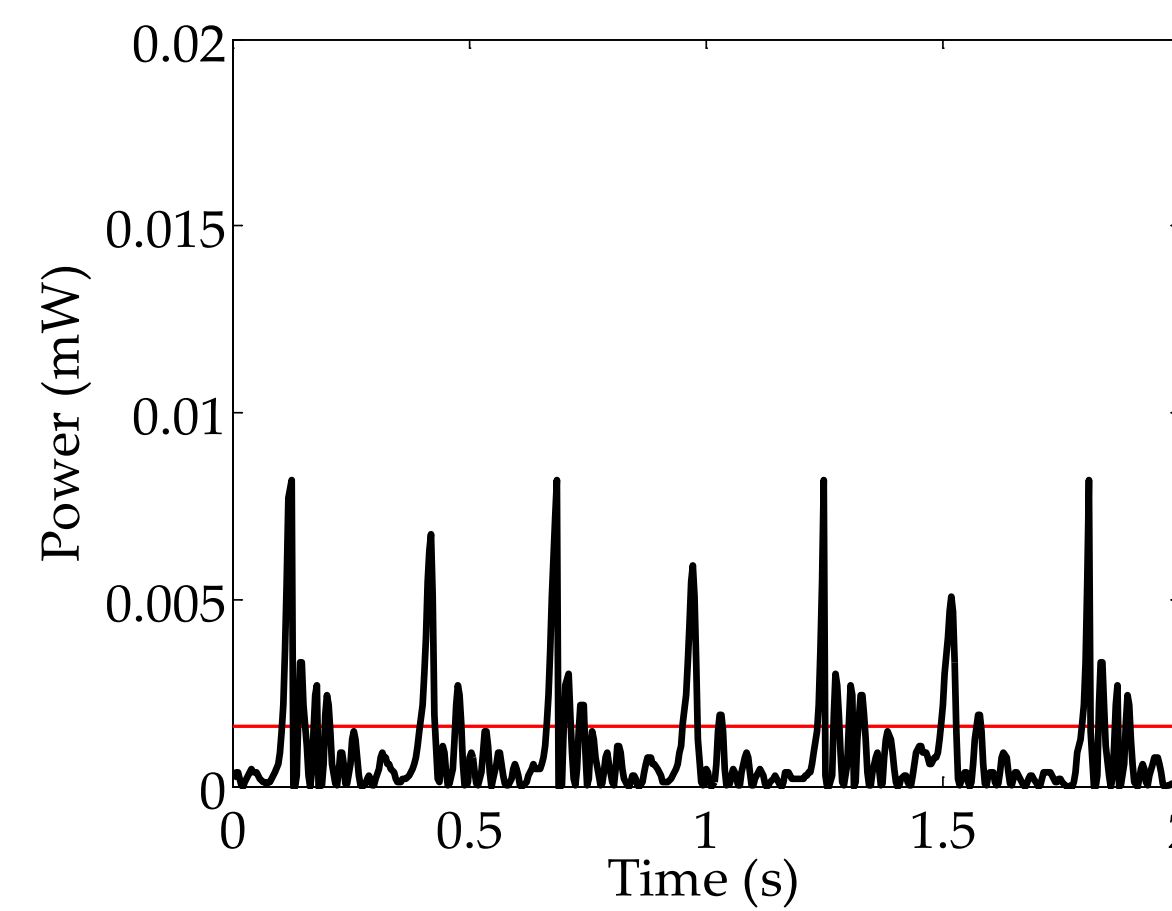


実車実験 Test car experiment



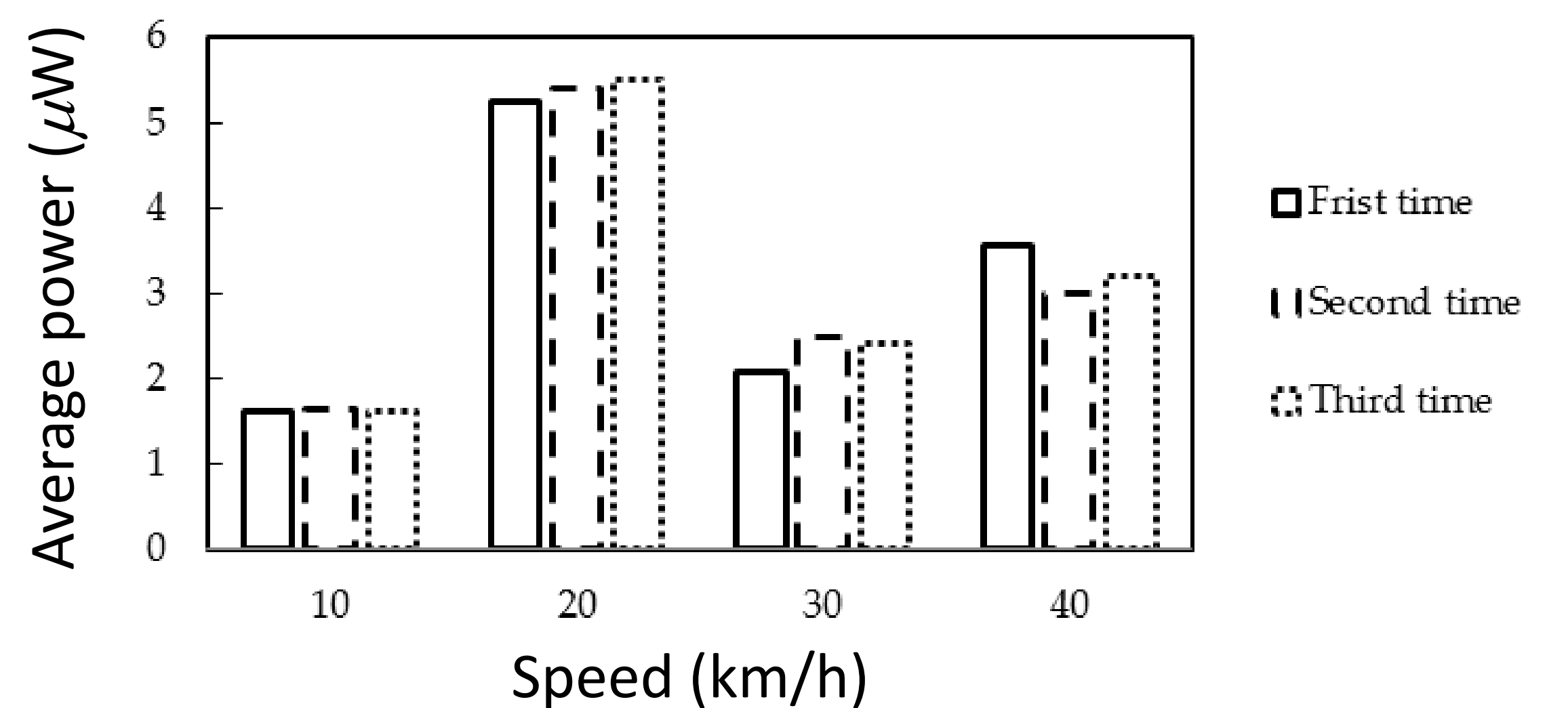
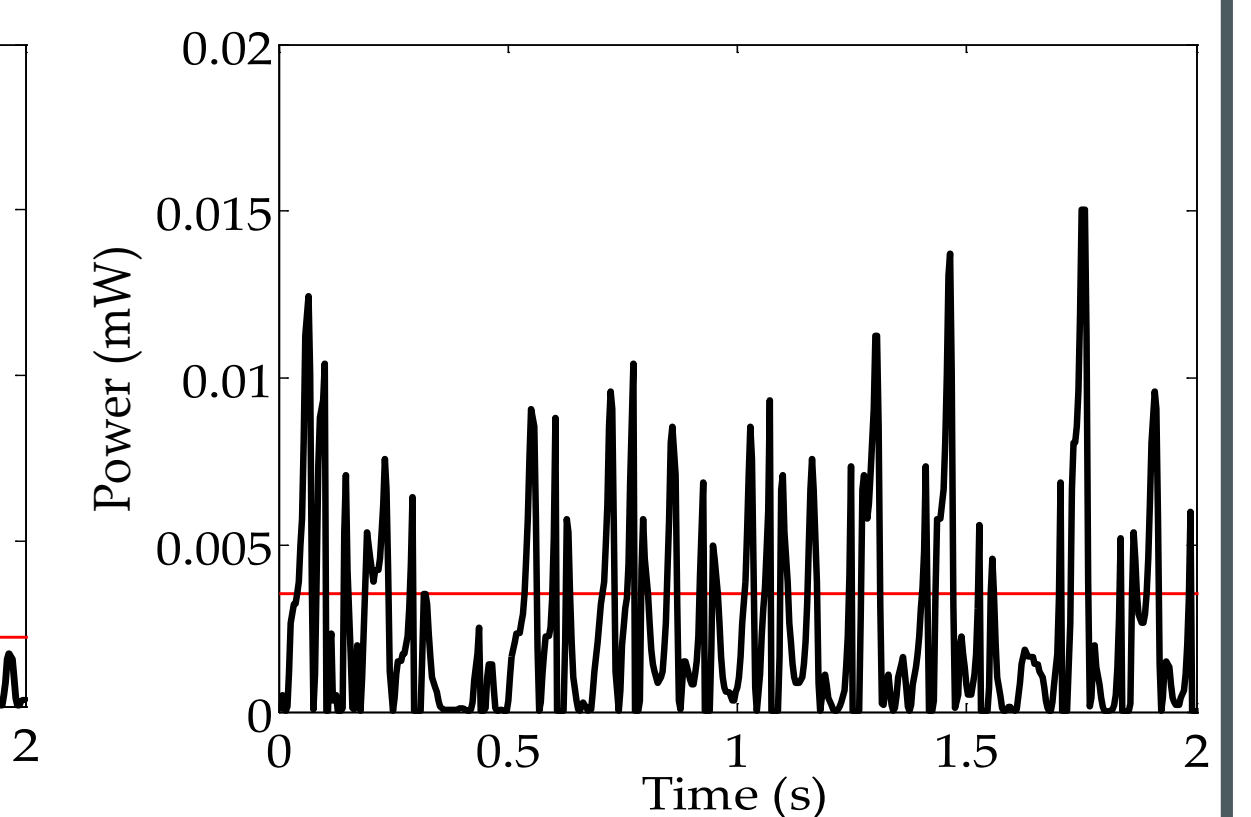
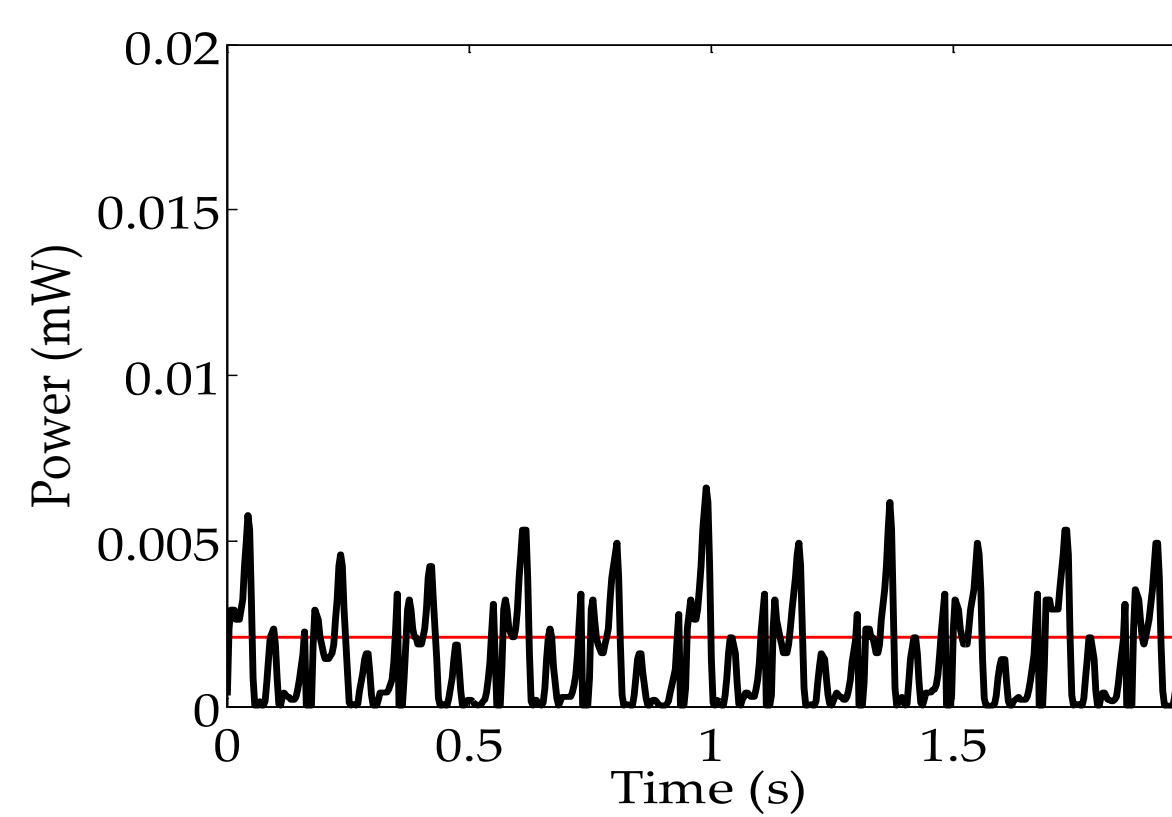
10km/h

20km/h



30km/h

40km/h



タイヤが回転角速度 ω で回転している時は、先端の磁石の運動は以下のように記述できる。

$$m\ddot{x}_T + c\dot{x}_T + \left[k - \frac{F_M}{d} \right] x_T + \frac{F_M}{2d^3} x_T^3 = N(t) + G \sin(\omega t + \theta_0)$$

Duffing 方程式:

一般化

$$m\ddot{x}_T + c\dot{x}_T - ax_T + bx_T^3 = G \sin(\omega t + \theta_0) + N(t)$$

タイヤ回転で生じた
周期的な力

地面環境から受
けたノイズ

確率共振が起こる条件:

$$f = \frac{1}{2} r_k < \frac{\omega_0}{4\pi} \exp\left(-\frac{a^2}{4bD}\right) \quad D: \text{ノイズ強度}$$

Kramersレートにより低い周波数で発生しやすい。

Publications

Zhang Y., Zheng R., Shimono K., Kaizuka T., Nakano K., Effectiveness testing of a piezoelectric energy harvester for an automobile wheel using stochastic resonance, Sensors 2016, 16, 1727, DOI:10.3390/s16101727

Zhang Y., Zheng R., Kaizuka T., Su D., Nakano K., Cartmell M.P., 2015, Broadband vibration energy harvesting by application of stochastic resonance from rotational environments, The European Physical Journal, Vol. 224, No. 14, pp. 2687-2701, DOI: 10.1140/epjst/e2015-02583-7.