



教授 林 久美子

磁性、超伝導、スピントロニクスなどの固体物理分野を対象とした物性計測だけでなく、生体、特に細胞を対象とした物性計測も細胞内現象のメカニズムを理解するために重要です。生きている、つまり外部からエネルギー注入があり内部でエネルギー消費がある細胞は複雑な非平衡環境にあり、統計力学法則が破綻するため、最も物性計測が難しい対象と言えます。

本研究室では蛍光顕微鏡観察をベースに細胞内現象に対して、力・速度・エネルギーなどの物理量を正確に計測する技術を開発します。顕微鏡などのハード部分だけでなく統計力学、数学や情報科学などを駆使した解析方法の開発も行います。測定量を元に細胞内現象の理論モデルを構築し、細胞内現象を物理として定量的に理解します。神経疾患などの病気の理解に役立て、医学への貢献を目指します。

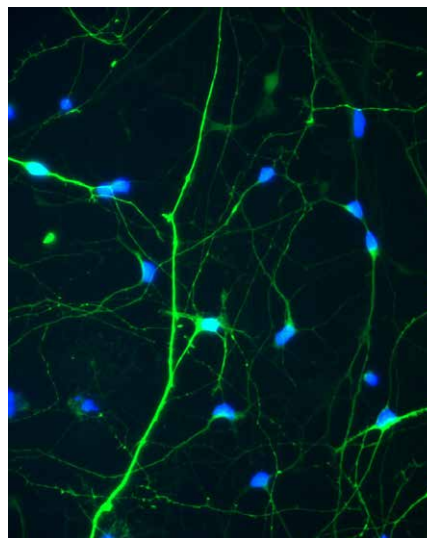
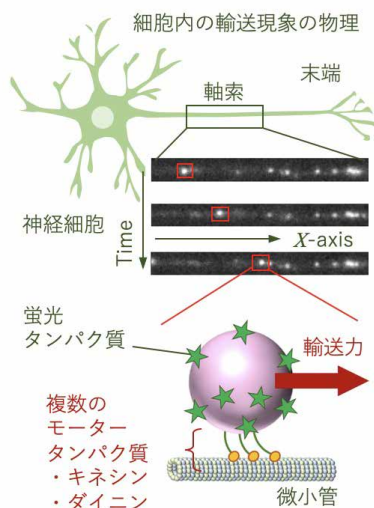
生物物理学は新しい学問ですが、今後成長する学際分野です。生物に興味があって、それを物理から理解したい方を歓迎します。なお、本研究室の主な参加学会は日本製物理学会やBiophysical Societyです。学問をして国際社会で活躍しましょう。

令和6年、現在の研究テーマはヒトiPSニューロンの軸索輸送の蛍光イメージング、DNAオリガミ製ナノスプリングを用いたモータータンパク質の力計測、ベイズ推定を用いたデータ解析などです。

ヒトiPSニューロンの軸索輸送：シナプスの材料などは神経細胞の細胞体で合成され、モータータンパク質キネシン・ダイニンに輸送されます。生体内の輸送現象のメカニズムを物理学を用いて解明します。輸送粒子の追跡ソフトも自作しています。

ナノスプリングを用いたモータータンパク質の力計測：DNAオリガミ製のバネを用いて、モータータンパク質の力を測定します。

ベイズ推定を用いたデータ解析：実験データのパラメータ推定にベイズ推定を用います。



上から順に、顕微鏡室、生化学室、細胞培養室、学生居室

左図：神経細胞軸索輸送の模式図。シナプスの材料などをモータータンパク質キネシン・ダイニンが輸送する。輸送力、輸送速度、輸送分子数などの物理量から、生体内輸送現象の分子メカニズムを解明し、輸送障害と関連する神経疾患の理解に役立てる。

右図：ヒトiPSニューロンの蛍光イメージング（核：青、軸索：緑）。

— 研究室見学はいつでも歓迎です —  
E-mail: hayashi@issp.u-tokyo.ac.jp  
Tel: 04-7136-3235  
場所: 物性研 A棟 A403

詳しくは研究室HPをご覧ください。



## Hayashi Laboratory



Prof. Kumiko Hayashi

Precise physical measurements are important for cells to understand molecular mechanisms occurred in cells as well as for solid state materials. However, *in vivo* measurements are difficult because intracellular environments are complex non-equilibrium states, in which theories of statistical physics are often violated.

In our lab, we develop techniques to precisely measure physical quantities such as force, velocity and energy for proteins and organelle inside cells, based on fluorescence microscopy. We think development of analytical methods (software) using statistical physics, information science and mathematics as well as development of microscopes (hardware). We aim to understand cellular phenomena quantitatively by constructing theoretical models using the measured physical quantities.

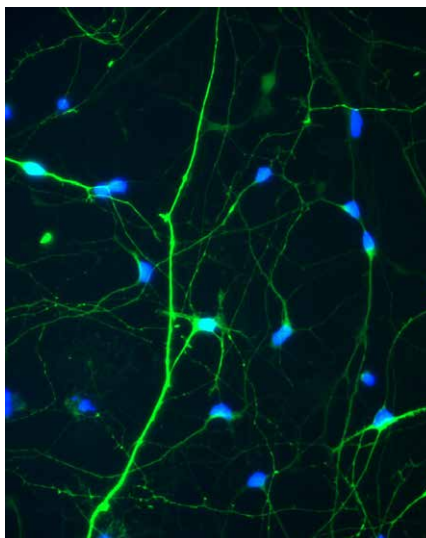
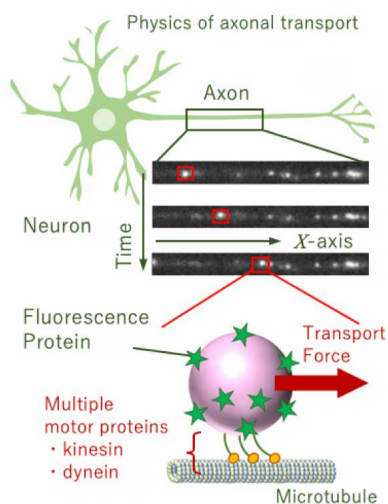
We hope such theories can contribute to the understanding of neurological disorders particularly.

In 2024, our current research topics include fluorescence imaging of axonal transport in human iPSC-derived neurons, force measurements of motor proteins using DNA origami-made nanosprings, and data analysis using Bayesian estimation.

**Axonal transport in human iPSC-derived neurons:** Materials such as those for synapses are synthesized in the cell body of neurons and transported by motor proteins, kinesin and dynein. We also develop our own software for tracking transport particles.

**Force measurement of motor proteins using nanosprings:** We measure the force of motor proteins using springs made from DNA origami.

**Data analysis using Bayesian estimation:** We use Bayesian estimation for parameter estimation of experimental data.



Left figure: Schematic diagram of axonal transport in neurons. Motor proteins transport materials such as those for synapses. By analyzing physical quantities, we aim to elucidate the molecular mechanisms of intrabody transport phenomena and contribute to the understanding of neurological diseases related to transport disorders. Right figure: Fluorescence imaging of human iPSC-derived neurons (nucleus: blue, axons: green).

— Lab visits are always welcome —  
E-mail: hayashi@issp.u-tokyo.ac.jp  
Tel: 04-7136-3235  
Place: ISSP, A603

For more details, please visit our lab's website.

