

計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の
開発と応用

2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

林 久美子

東北大学 大学院工学研究科
准教授

非平衡統計力学に基づく軸索輸送動画解析の医療応用

§ 1. 研究成果の概要

私たちの社会に物流があるように、細胞内にも物流があり、神経細胞ではシナプス形成に必要な物質はドライバーである分子モーターによってシナプスまで輸送されている。本研究開発では神経細胞の物質輸送の顕微鏡動画データを、非平衡統計力学を用いて解析する。非平衡統計力学は熱伝導・電流・拡散などの輸送現象を対象とする学問であるため、非平衡統計力学を生体内の輸送にも応用することを考えた。

具体的には、非平衡統計力学を用いた非侵襲力測定法で、分子モーターの力・速度・輸送を担う分子数などの、神経細胞輸送現象の物理パラメータを計測することに成功している。

物流の不具合は社会の重大問題であるように、神経細胞内の物質輸送の不具合は異常なシナプス形成を引き起こし、神経疾患と関連する。KAND (KIF1A Associated Neurological Disorder) は分子モーター-KIF1A が引き起こす神経・精神障害を中心とした病態の総称であるが、本研究ではKAND の1つである遺伝性痙性対麻痺を対象にしている。

非侵襲力測定法の利用で、遺伝性痙性対麻痺が引き起こす分子モーター変異体が行う物質輸送で、野生型の場合と異なる結果が得られた。本年度は昨年度に引き続き実験を行った。また、物質輸送の物理パラメータの変化とシナプス形成を関連付けることを目指して、データ同化シミュレーションのための数理モデル構築を行った。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Effect of dynein inhibitor on the number of motor proteins transporting synaptic cargos”,
Biophysical Journal, vol 120, pp. 1605–1614 (2021)
- 2) “What is the temperature of a cell?”, Europhysics News, vol 51, pp. 48–50 (2020)