

放射光ナノトモグラフィ法によるヒト脳神経ネットワークの三次元解析

Three-Dimensional Structural Analysis of Human Brain Network with Synchrotron

Radiation Nanotomography

東海大工¹, 東海大医², 都医学総合研³, 名大院医⁴, 高輝度光科学研究セ/SPring-8⁵, 東大院新領域⁶, Argonne National Lab.⁷ ○佐藤 夏菜¹, 刀 さくら¹, 竹腰 進², 井野元 智恵², 中村 直哉², 新井 誠³, 大島 健一³, 糸川 昌成³, 鳥居 洋太⁴, 久島 周⁴, 入谷 修司⁴, 尾崎 紀夫⁴, 竹内 晃久⁵, 上杉 健太郎⁵, 寺田 靖子⁵, 鈴木 芳生⁶, Vincent De Andrade⁷, Francesco De Carlo⁷, 雑賀 里乃¹, 水谷 隆太¹

Tokai Univ.^{1,2}, Tokyo Metropolitan Inst. Med. Sci.³, Nagoya Univ.⁴, JASRI/SPring-8⁵, Univ. Tokyo⁶, Argonne National Lab.⁷, °Nana Sato¹, Sakura Katana¹, Susumu Takekoshi², Chie Inomoto², Naoya Nakamura², Makoto Arai³, Kenichi Oshima³, Masanari Itokawa³, Youta Torii⁴, Itaru Kushima⁴, Shuji Iritani⁴, Norio Ozaki⁴, Akihisa Takeuchi⁵, Kentaro Uesugi⁵, Yasuko Terada⁵, Yoshio Suzuki⁶, Vincent De Andrade⁷, Francesco De Carlo⁷, Rino Saiga¹, Ryuta Mizutani¹

E-mail: mizutanilaboratory@gmail.com

脳の神経回路は、ニューロンの三次元的なネットワークから成り立っている。本研究では、健常例および統合失調症例を対象に、大脳皮質の三次元構造を放射光ナノトモグラフィ法で解析した。得られたニューロンの構造を解析したところ、神経突起の曲率が個人間で異なり、統合失調症では違いが顕著になることを見出したので報告する。

ヒト剖検脳の前部帯状回皮質から組織検体を切り出し、ゴルジ染色した。ヒト検体に関しては、各関連機関の倫理に関する委員会の認可に従って研究を実施した。得られた測定検体を用いて、大型放射光施設 SPring-8 および米国アルゴンヌ国立研究所 Advanced Photon Source において、フレネルゾーンプレート光学系を適用して、ニューロンの X 線像を撮像した。そののち、トモグラフィ再構成計算により三次元像を求め、神経ネットワークをトレースして構造モデルを構築した。以上の手順で、健常 4 例と統合失調症 4 例の計 55 件の構造を、デカルト

座標系上の三次元モデルとして決定した。

これら構造から、神経ネットワークの幾何学的特徴をパラメータ化し、症例間で比較した。その結果、神経突起の曲率が個人間で異なり、特に統合失調症例ではナノメートルスケールで蛇行した構造を示すことが明らかとなった (Fig. 1)。今回解析した前部帯状回は、意思決定等の高度な脳機能を担う部位とされている。その構造の違いは、個人の間での精神や思考の違いに関連すると考えられる。



Fig. 1. Neuronal network of cerebral cortex of a schizophrenia case. Structures are color-coded. Scale bar: 5 μ m. <https://arxiv.org/abs/1804.00404>