

## TBSS を用いた全脳における白質神経繊維束の結合性の評価についての研究

## a TBSS study: whole brain DTI data analysis

西中宏史, 福井裕輝

国立精神・神経医療研究センター精神保健研究所

Hirofumi Nishinaka and Hiroki Fukui

Department of Forensic Psychiatry, National Institute of Mental Health

## 1. はじめに

平成 17 年 7 月に「心神喪失等の状態で重大な他害行為を行った者の医療及び観察等に関する法律」が施行されて 5 年が経過した。この法律の対象となった者のうち 8 割以上を統合失調症が占めている。これまでに他害行為や暴力の既往のある統合失調症患者において前頭葉眼窩領域の白質神経繊維の異常が報告されている。これらの研究は関心領域を前頭葉などに定める手法を用いたものであった。

Tract-Based Spatial Statics (TBSS) と呼ばれるプログラムが開発され、関心領域を定めずに、全脳における白質神経繊維束の結合性を評価することが可能となっている。本研究では、重大な他害行為（殺人、放火、強盗、強姦、強制猥褻、傷害）を行った統合失調症患者に、全脳における脳白質神経繊維束の結合性の評価を行った。

## 2. 拡散テンソル画像

拡散テンソル画像 (diffusion tensor image; DTI) は、motion probing gradient (MPG) の方向を変えた複数の拡散強調画像をもとに、テンソル解析を用いて MPG の方向に依存しない、すなわち測定系の座標系に依存しない指標に変換し、拡散の異方性を表す。脳白質神経とそれらの水分子拡散を基礎とした構造の情報を提供する。白質線維路による拡散異方性の程度を定量化することができ、異方性比率 (fractional anisotropy; FA) は、脳の白質神経線維束の結合性の指標とされている。

## 3. Tract-Based Spatial Statics

オックスフォード大学 FMRIB センターの脳画像解析ソフト FSL 中にある TBSS プログラムを用いることで、全脳において FA を評価することが可能となった。

FSL の TBSS プログラムは、FA データの voxelwise 統計解析に用いられる。予め作成した全ての被験者の FA マップを TBSS において、非線形レジストレーションにより最も「典型的」とされる被験者の FA マップ (ターゲット FA マップ) に合わせて修正し、弾性変形の総量を最小にする。このターゲット FA マップを  $1 \times 1 \times 1$  mm Montréal Neurological Institute (MNI) 152 space に疑似変換する。その他の被験者に対しては、非線形変換と疑似変換を併用し、この FA マップに適用する。変換後に、全ての被験者の FA 画像を平均した平均 FA 画像を作成する。それから平均 FA 画像をスケルトナイズ (薄く) し、白質神経繊維束の中心のみを取り出した平均 FA スケルトンを作成する。スケルトンの閾値は、灰白質領域を確実に除外するために FA 0.2 とされる。各被験者の FA マップのボクセル値は、スケルトン上の直立方向の極大値をとることで求められる。

## 4. 実験方法

重大な他害行為を行った統合失調症患者 14 名 (統合失調症・暴力群)、暴力の既往のない統合失調症患者 10 名 (統合失調症群)、重大な他害行為を行った統合失調症ではない者 11 名、健常者 12 名を対象とし、DTI を撮像した。

DTI は 1.5T MAGNETOM Symphony syngo (Siemens,

Erlangen, Germany) を用いて撮像した。パルス系列は single-shot echo planar imaging で、印加軸数は 64 軸とした。b-value は  $1000 \text{ s/mm}^2$  である (repetition time (TR): 11200 ms, time to echo (TE): 106 ms, field of view (FOV):  $240 \times 240 \text{ mm}^2$ , matrix:  $96 \times 96$ , スライス厚: 2.5 mm without gap, 75 slices, 1 average)。

DTI データは、FSL4.1.4 を用いて処理した。TBSS プログラムにて、各群の全脳における FA の比較を行った。

## 5. まとめ

暴力の有無を問わない統合失調症患者群は非統合失調症群と比較して、右前頭葉背外側領域において、FA の低下がみられた。また統合失調症・暴力群は他 3 群の比較において、同様の領域に FA の低下を認めた (Fig1)。統合失調症の有無を問わない暴力群と非暴力群との比較も行った (Fig2)。TBSS によって、暴力および統合失調症に関連する白質神経線維束の結合性の評価が可能であることが示された。

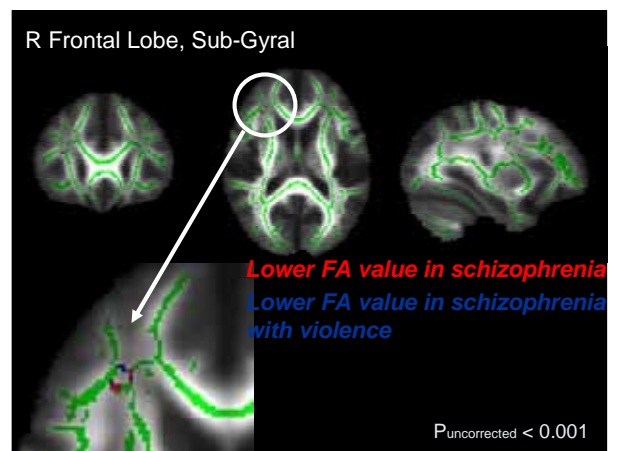


Fig.1 統合失調症群、統合失調症・暴力群における FA 低下

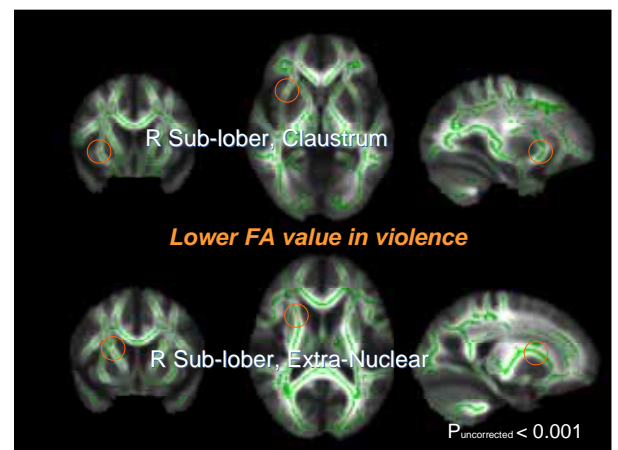


Fig.2 暴力群、統合失調症・暴力群における FA 低下