拡散テンソル法MRIによる障害病巣診断：両側被殻出血による中枢性聴力障害の1例

西宮協立脳神経外科病院リハビリテーション科[1)]
兵庫医科大学　リハビリテーション医学[2)]

小山哲男[1,2)]　道免和久[2)]

【この資料は以下論文の日本語解説である】

Koyama T., Domen K.

A Case of Hearing Loss after Bilateral Putaminal Hemorrhage: A Diffusion-tensor Imaging Study

Prog. Rehabil. Med., 1, 20160003, 2016
https://doi.org/10.2490/prm.20160003

【背景と目的】

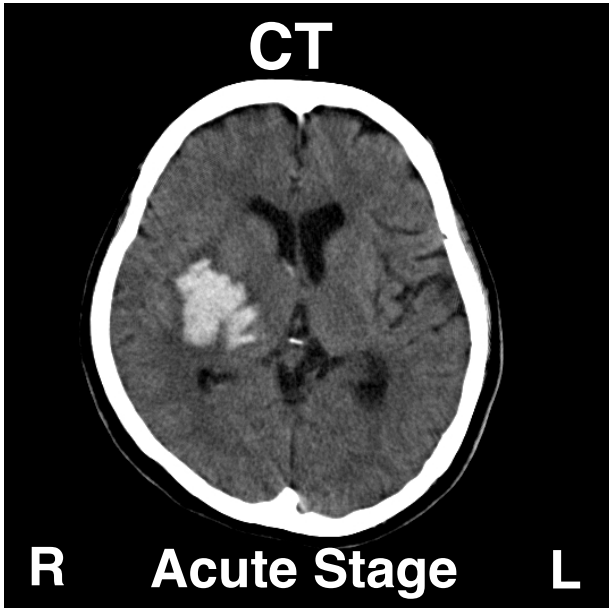
- MRI拡散テンソル法（DTI）は、近年、様々な脳疾患の診断に役立てられている。

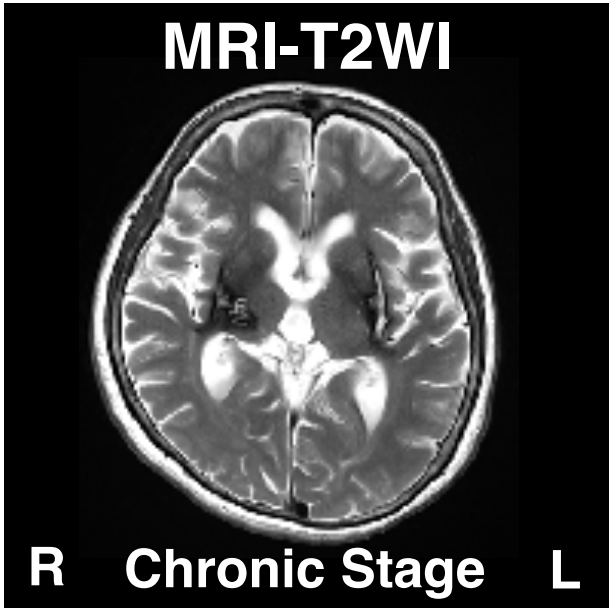
【背景と目的】

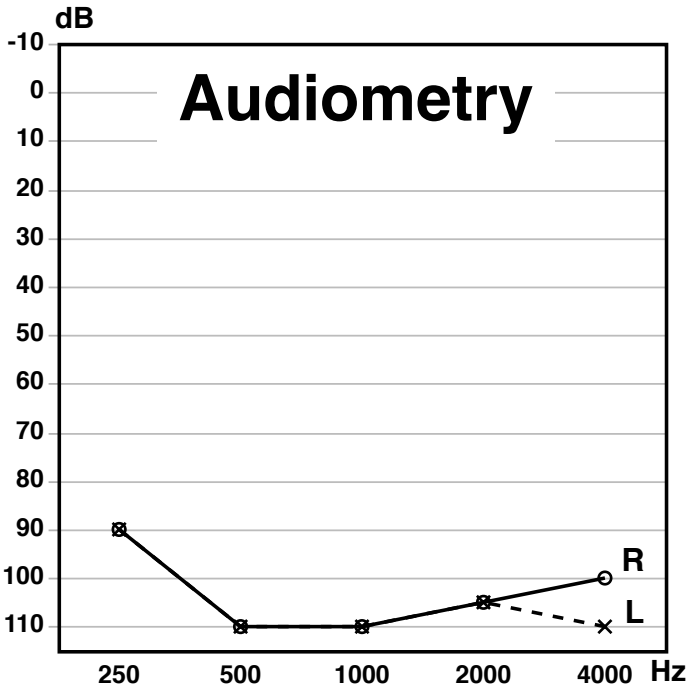
- 両側被殻出血に続発した聴力障害責任病巣の補助診断にDTIを役立てた1例を経験したので報告する。

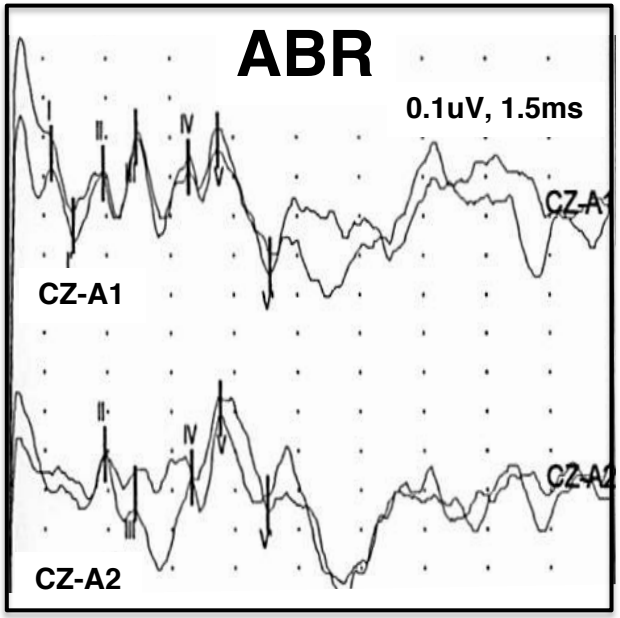
【症例】

- 59歳女性：後遺症診断目的に受診
  - ➢6年前：**左被殻出血**
    - 明らかな後遺症なく回復。
  - ➢4年前：**右被殻出血**
    - **左片麻痺**と**聴力障害**発症
    - 当院にて急性期加療（保存的）の後、回復期リハビリテーション病院に転院し、発症7ヶ月後に自宅退院となる（退院時FIM-Total;103点）。









Bilateral Click (9.7 Hz, 90 dB, N = 2000)

Koyama and Domen, Prog Rehabil Med, 2016

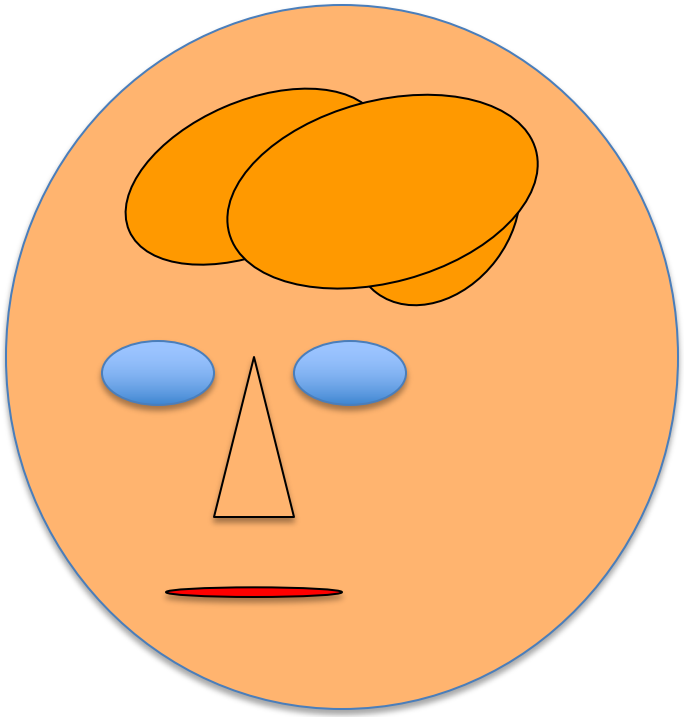
【症例】

- 明らかな聴力障害（純音聴力検査; 左右とも105dB）を呈した
- 筆談および読解に支障はなかった。
- 聴性脳幹反応は正常であった。

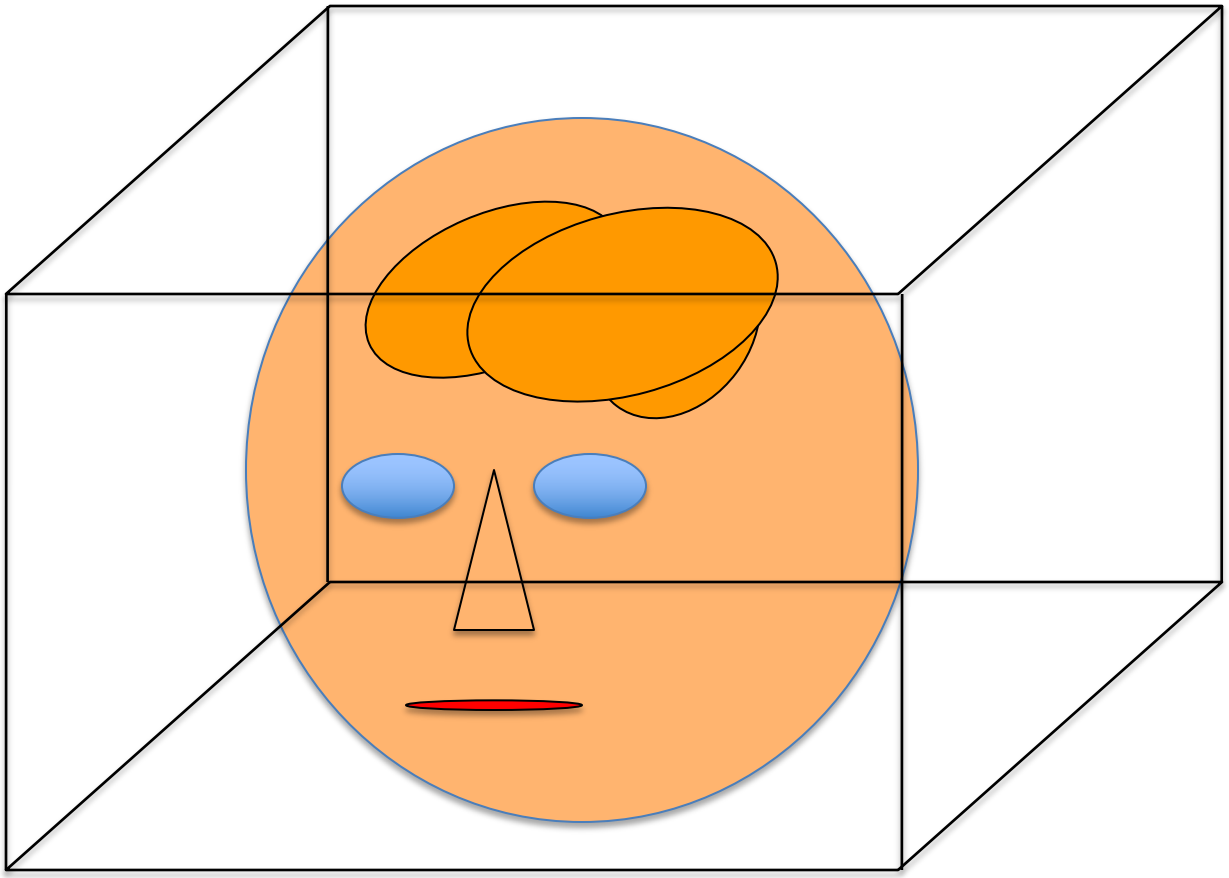
【DTI撮像】

- **SIEMENS TRIO 3T**
  - Single-shot echo-planar
    - Echo time 83 ms
    - Repetition time 7000 ms
  - 12 軸 (b = 1000 s/mm^2)
  - Voxels 128 x 128 x 64 (X, Y, Z)
    - 1.8 x 1.8 x 3.0 mm (X, Y, Z)

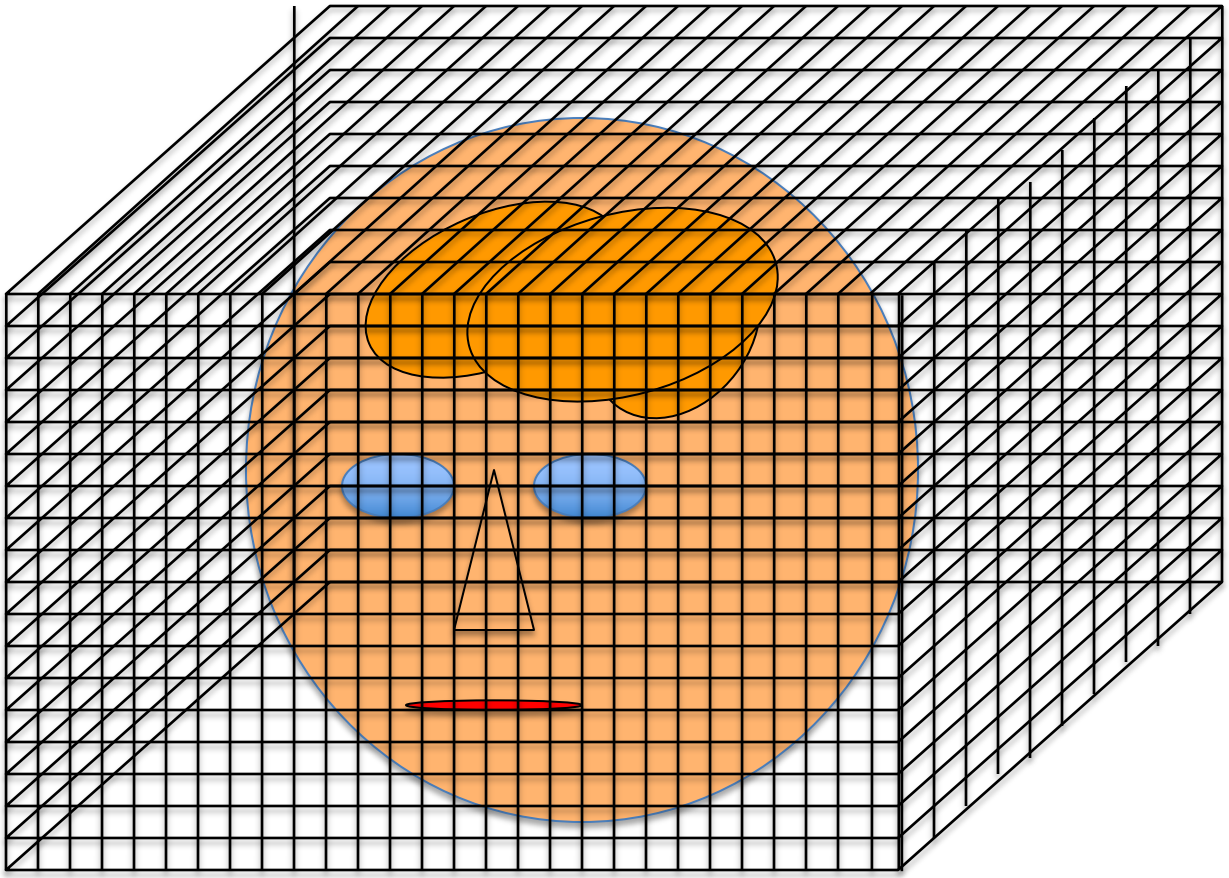
ヒトの頭部～脳のMRI



ヒトの頭部～脳のMRI



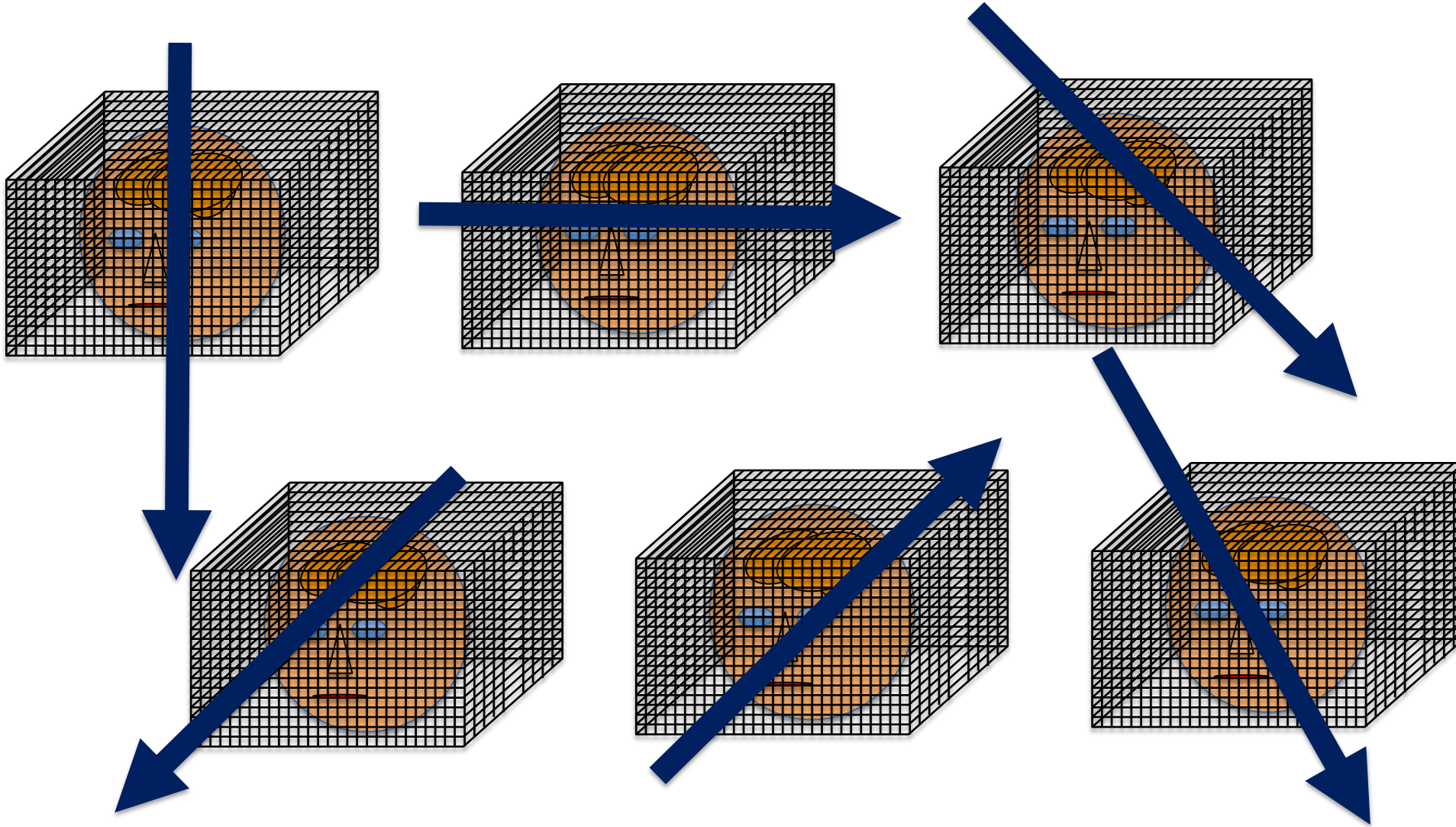
ヒトの頭部～脳のMRI



Voxel: MRI画像の最小単位：ここに数字が入っているだけ

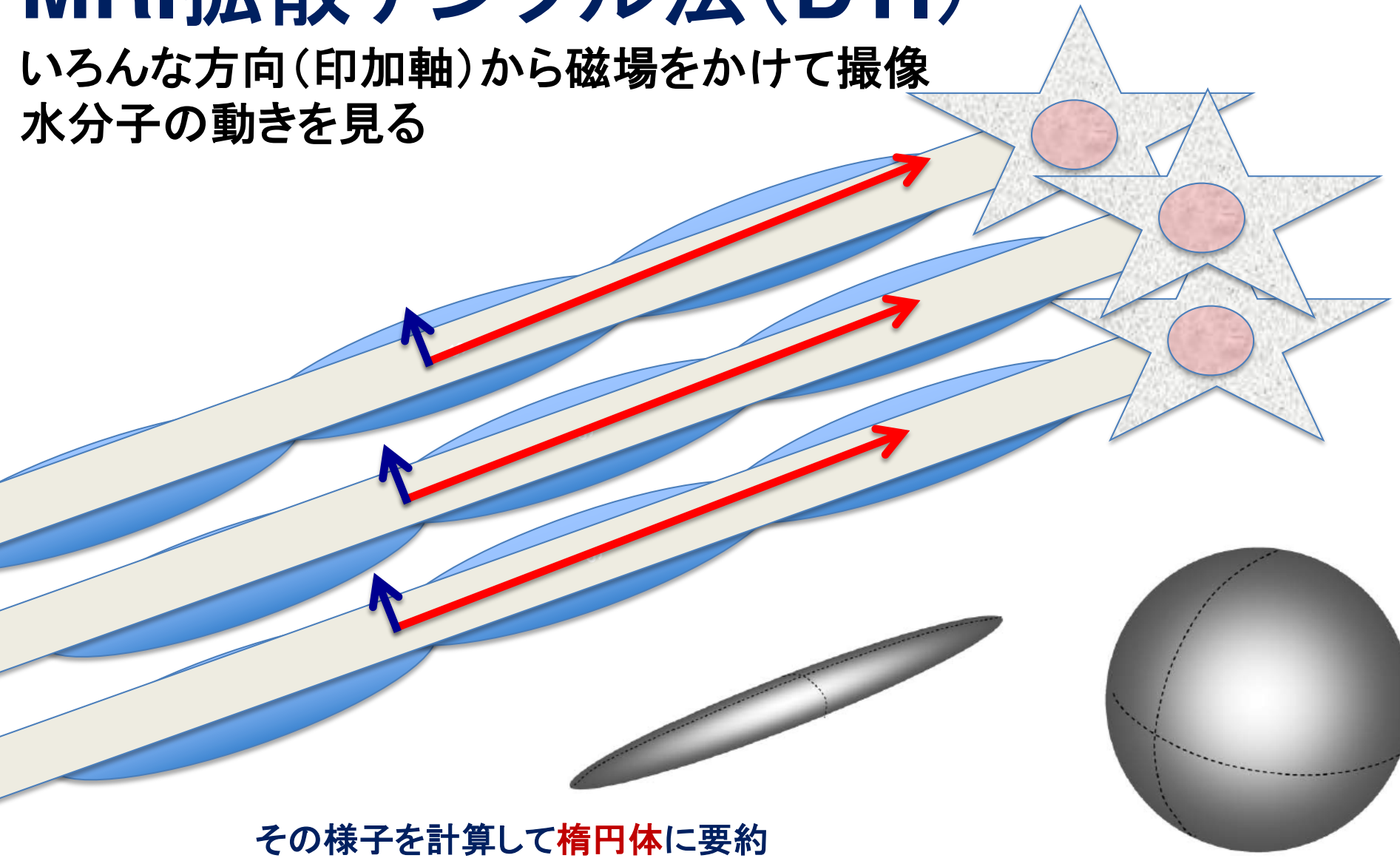
MRI拡散テンソル法（DTI）

いろんな方向（印加軸）から磁場をかけて撮像



MRI拡散テンソル法（DTI）

いろんな方向（印加軸）から磁場をかけて撮像
水分子の動きを見る

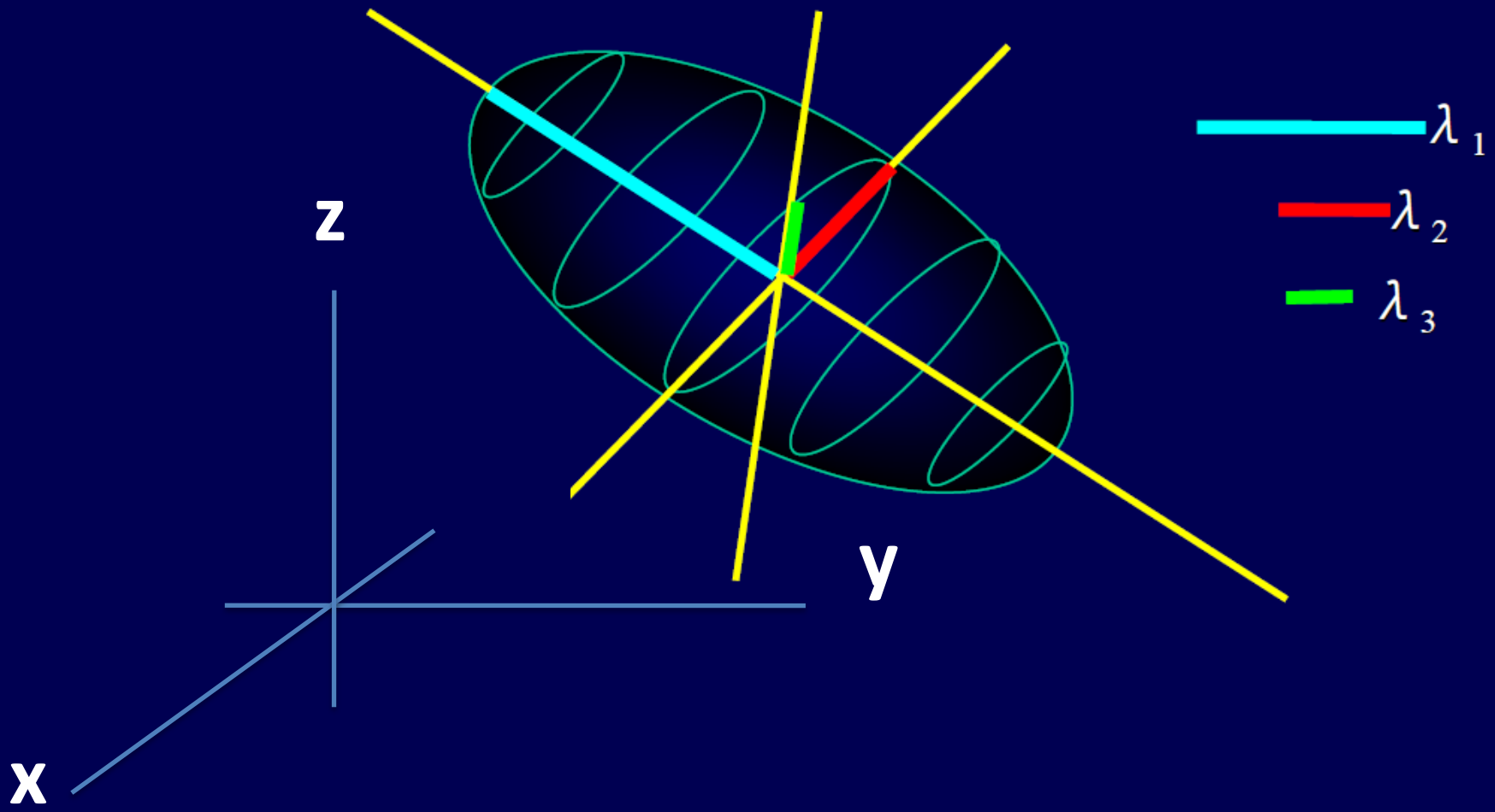


その様子を計算して**楕円体**に要約

MRI拡散テンソル法（DTI）

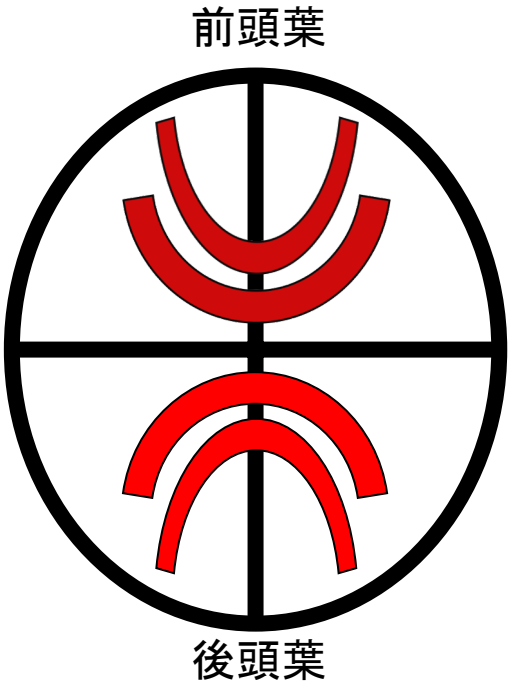
- 結果の表示方法3種類
  - カラーマップ
  - FAマップ
  - トラクトグラフィー
- 目的に応じて使い分ける

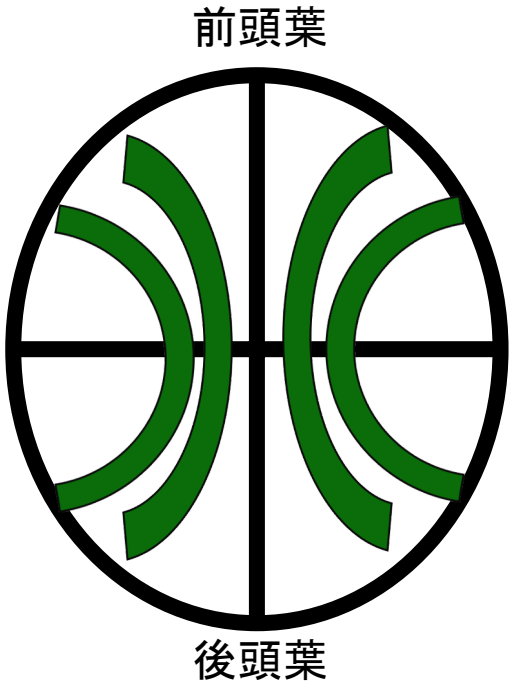
MRI拡散テンソル法（DTI）の解析
Voxelごとのx, y, z 方向の大きさ

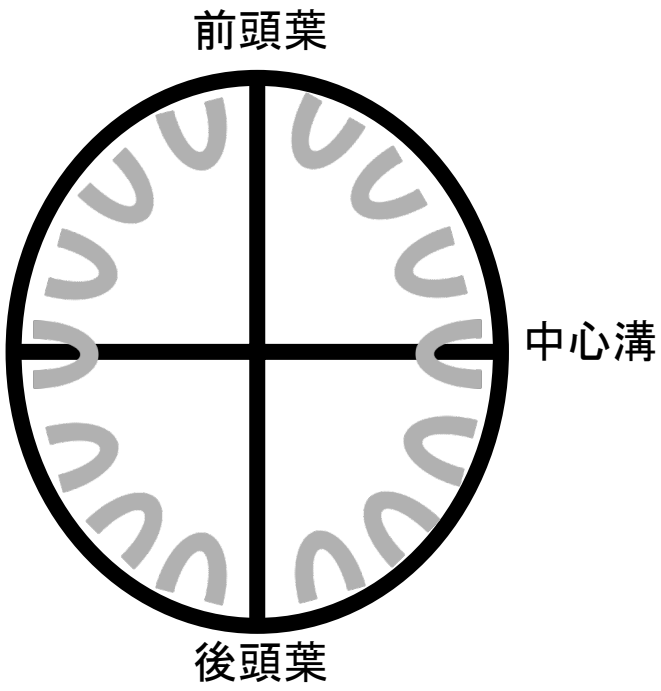


青木茂ら、UMIN掲載資料より

線維連絡の大まかなパターン

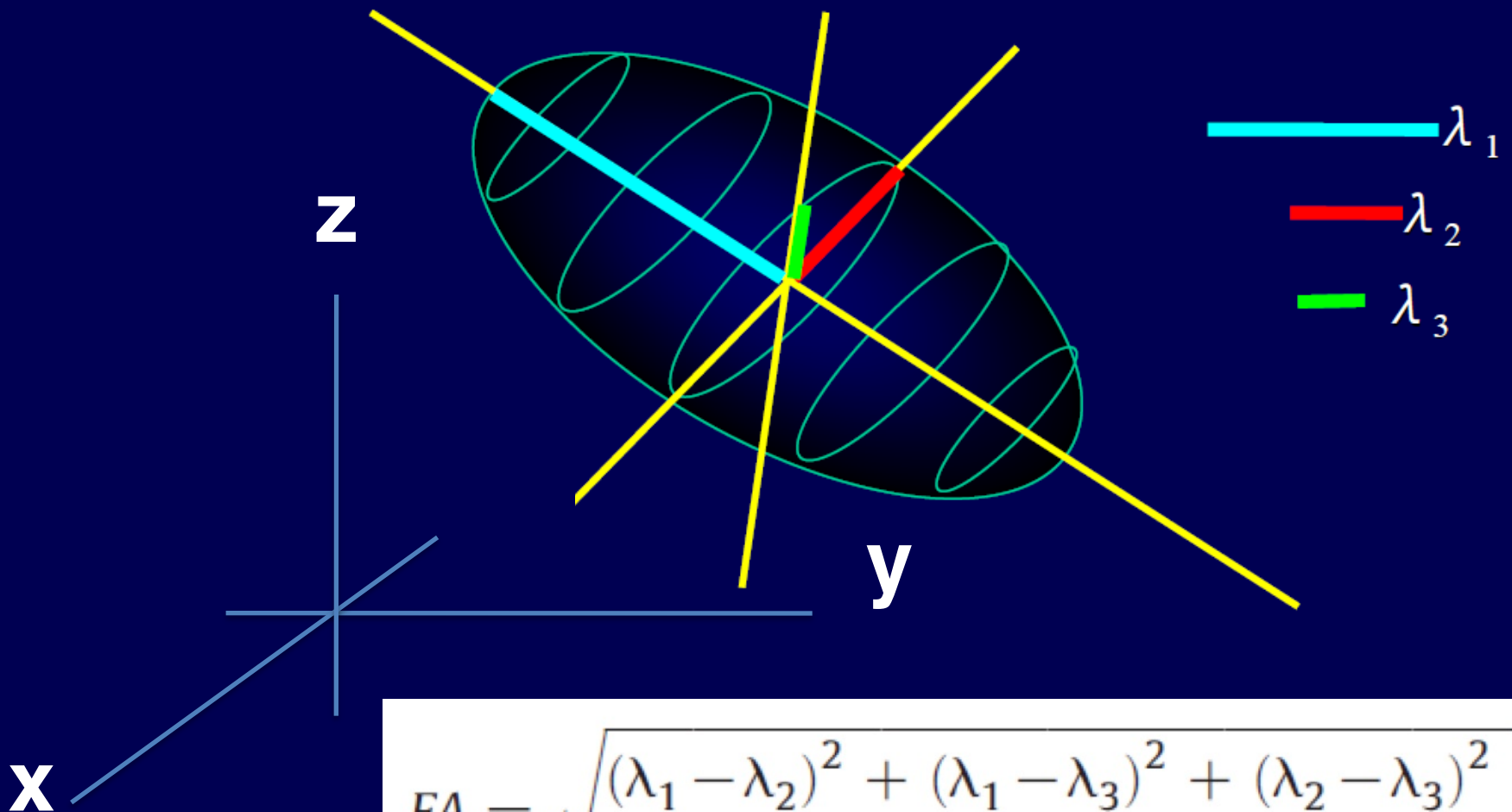






小山、脳卒中機能評価･予後予測マニュアル(道免和久編　2013 医学書院)より改変引用

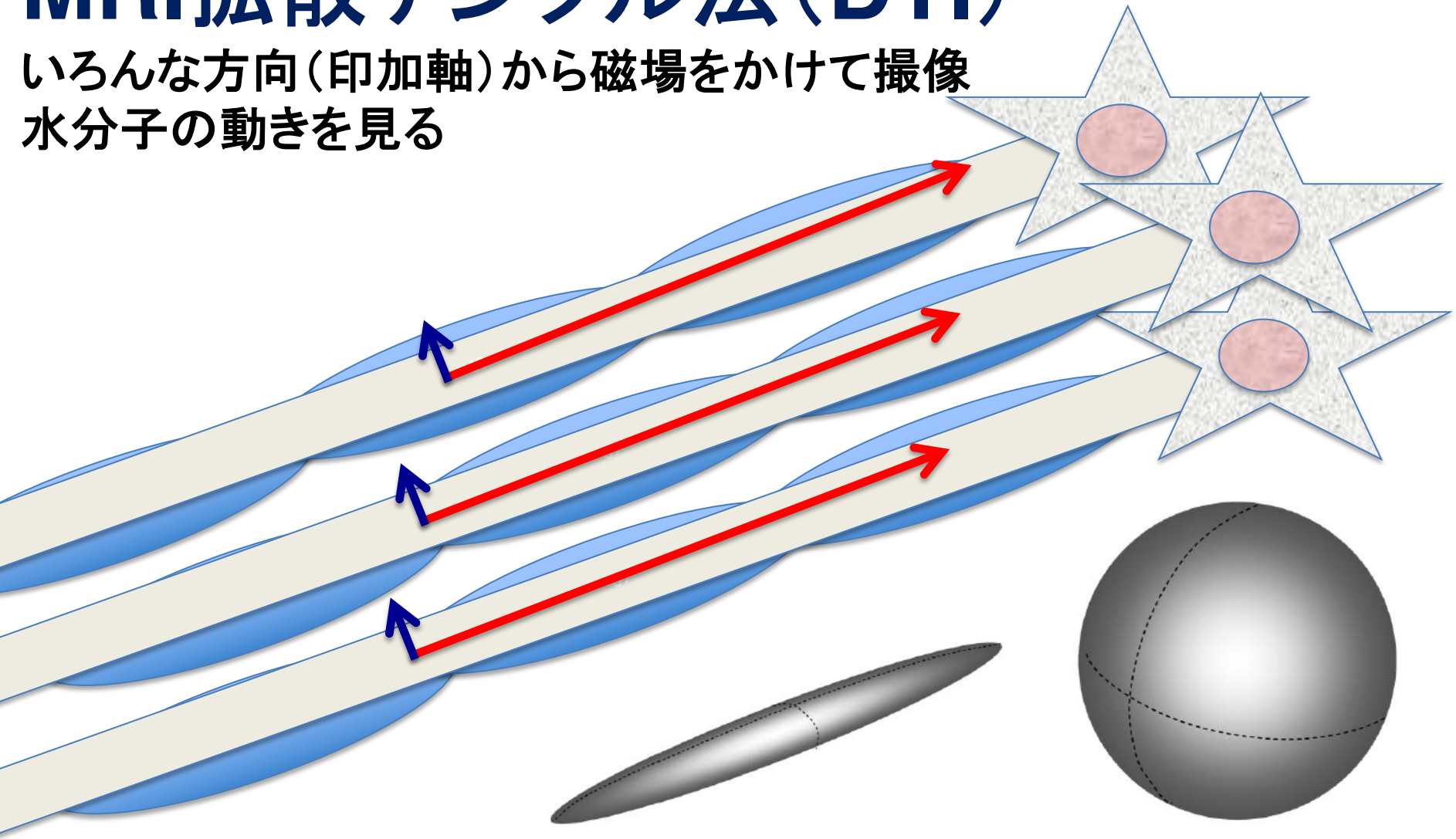
MRI拡散テンソル法（DTI）の解析
VoxelごとのFA値の計算



$$FA = \sqrt{\frac{(\lambda_1 - \lambda_2)^2 + (\lambda_1 - \lambda_3)^2 + (\lambda_2 - \lambda_3)^2}{2(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^2}}.$$

MRI拡散テンソル法（DTI）

いろんな方向（印加軸）から磁場をかけて撮像
水分子の動きを見る



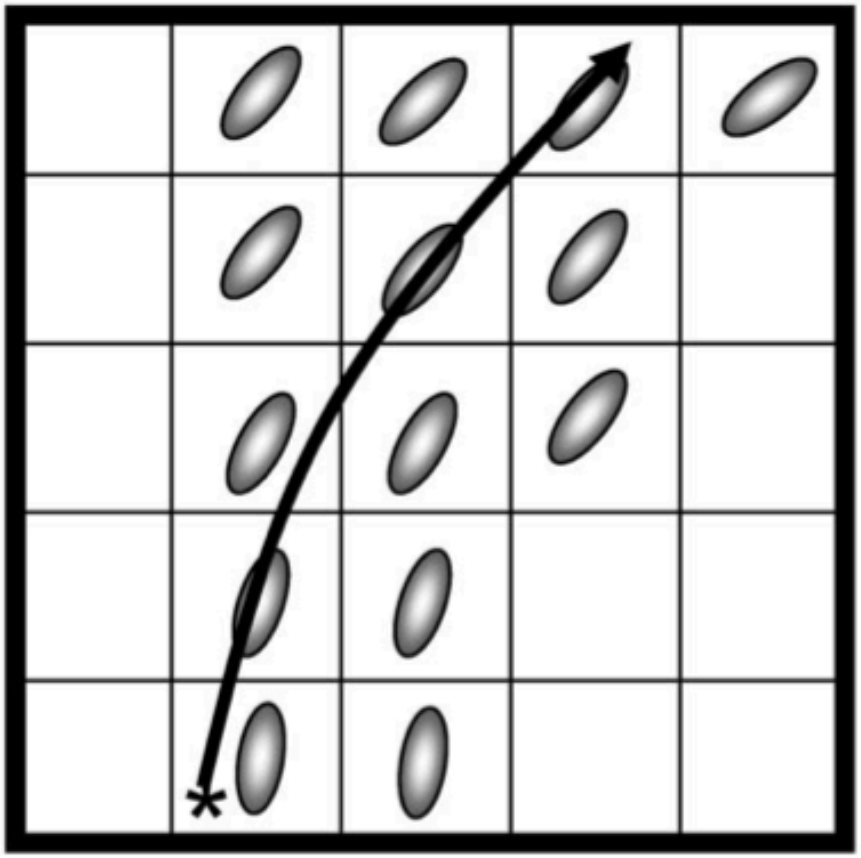
FA値 = 1 に近い

FA値 = 0 に近い

水分子の動く様子を計算して**楕円体**に要約

MRI拡散テンソル法（DTI）の解析

トラクトグラフィー



楕円体を
スムーズに繋ぐ
経路

Yamada K. Mang Reson Med Sci 2009

start = “Seed”

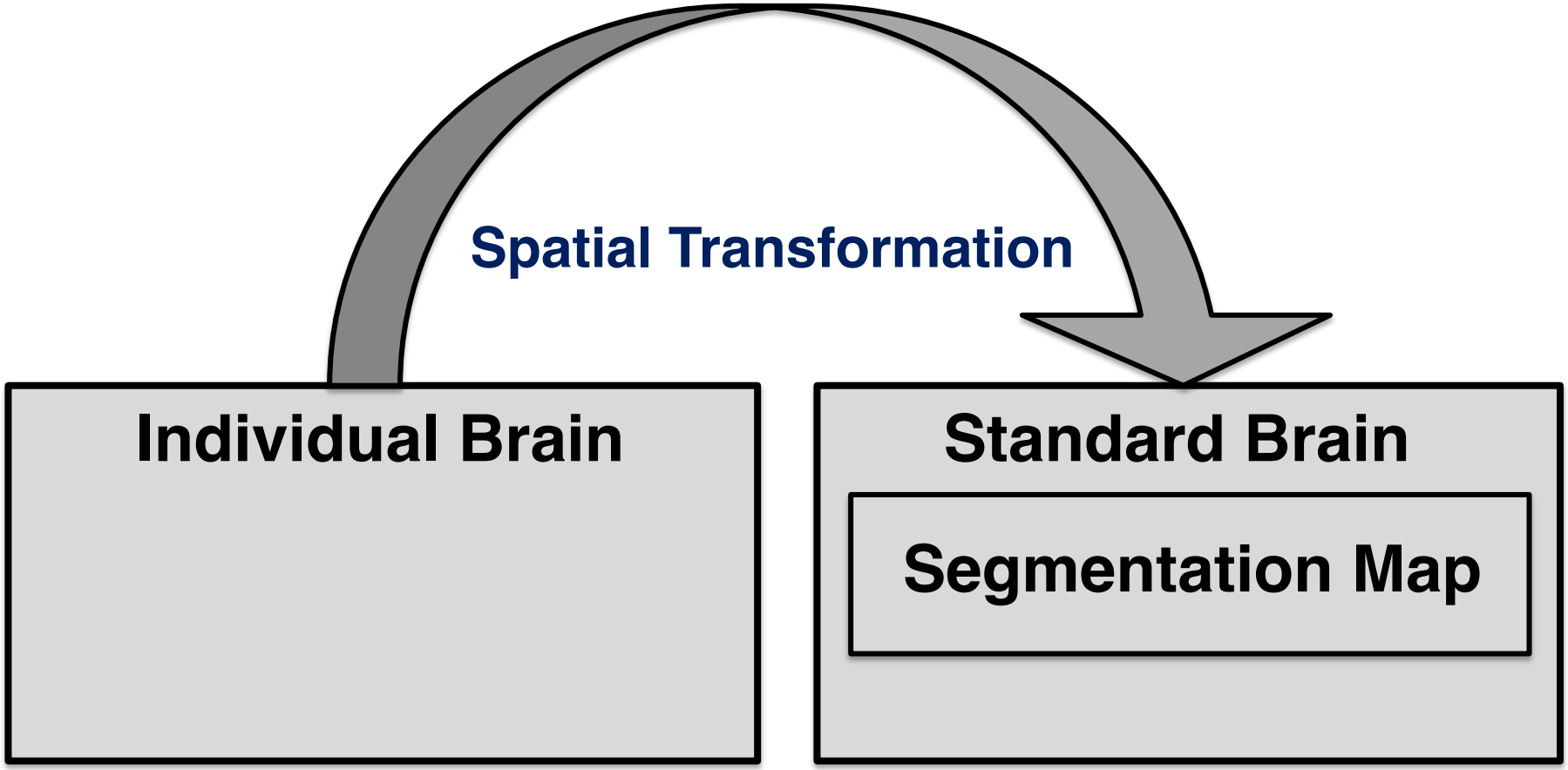
【脳画像解析】

1. 解剖学的標準脳のマッピング
   - カラーマップ
   - FAマップ
2. トラクトグラフィー

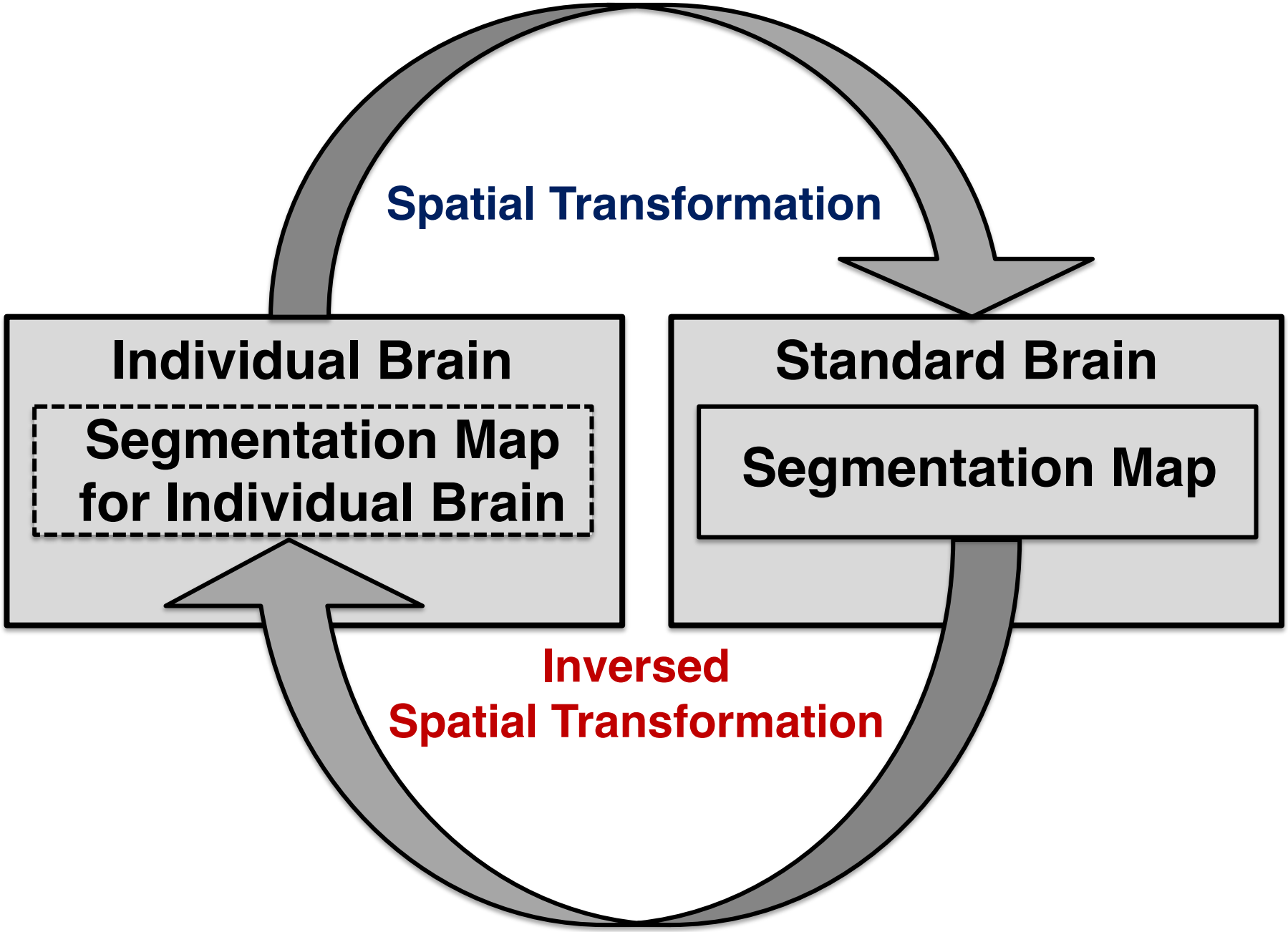
【脳画像解析 1】

- 患者個人の脳画像を**解剖学的標準脳に変換**し、さらにその脳マッピングを**個人の脳画像に逆変換**する手順で脳画像解析を行った。
- 年齢性別マッチングを行った対照者3人で、同様の解析を行った。

Spatial Transformation

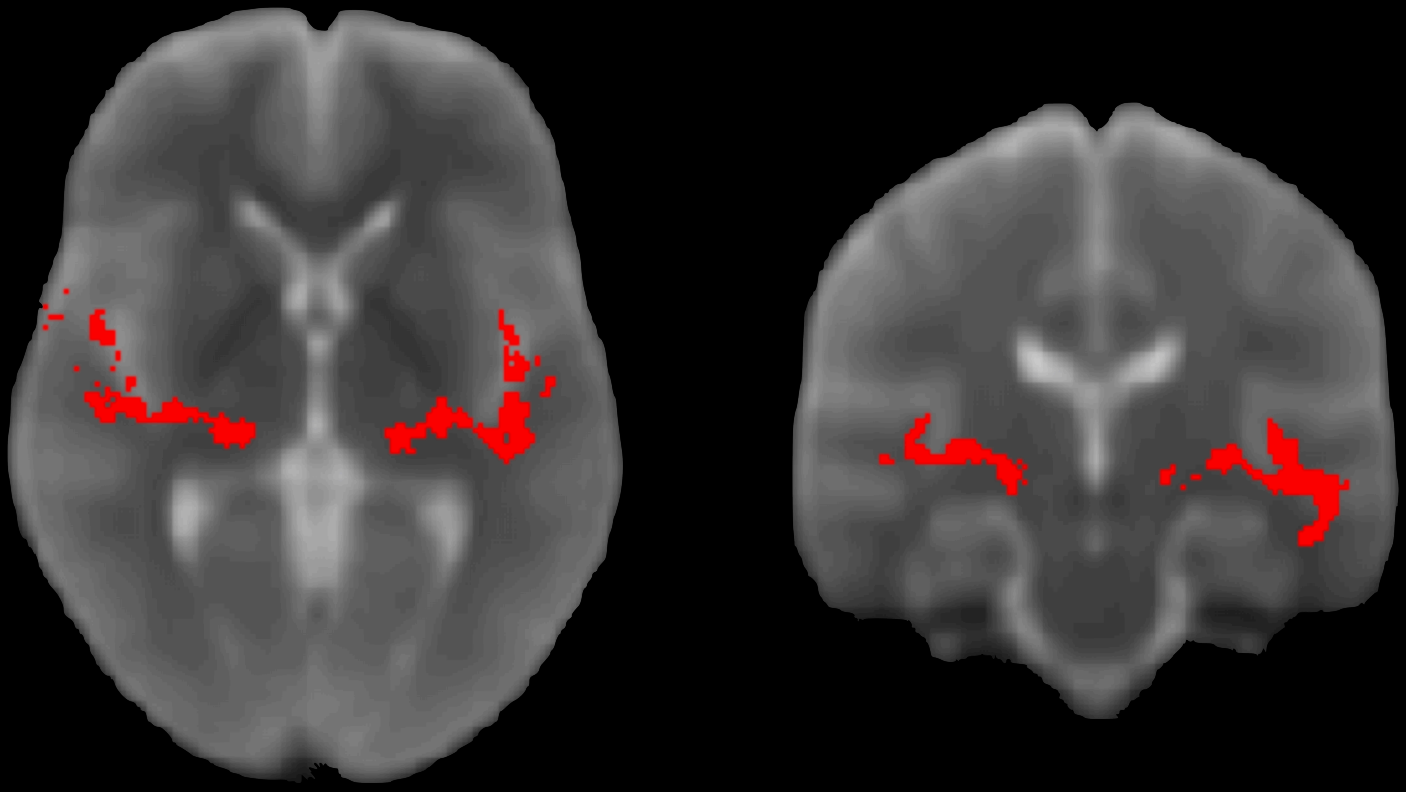


Spatial Transformation



Standard Brain: Segmentation Map

Acoustic Radiation



T2WI: Y = - 23 mm, Z = 0 mm

DTI Maps

Segmentation

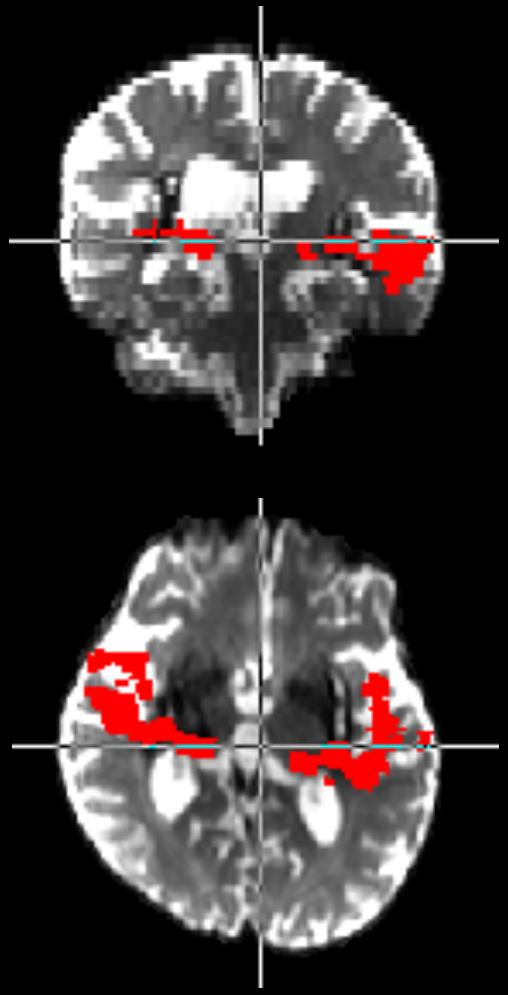
FA Map

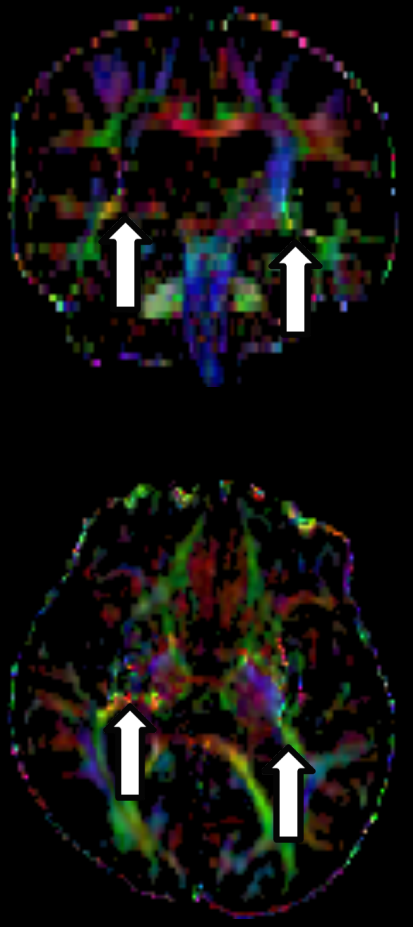
Color Map

Patient

Patient

Patient



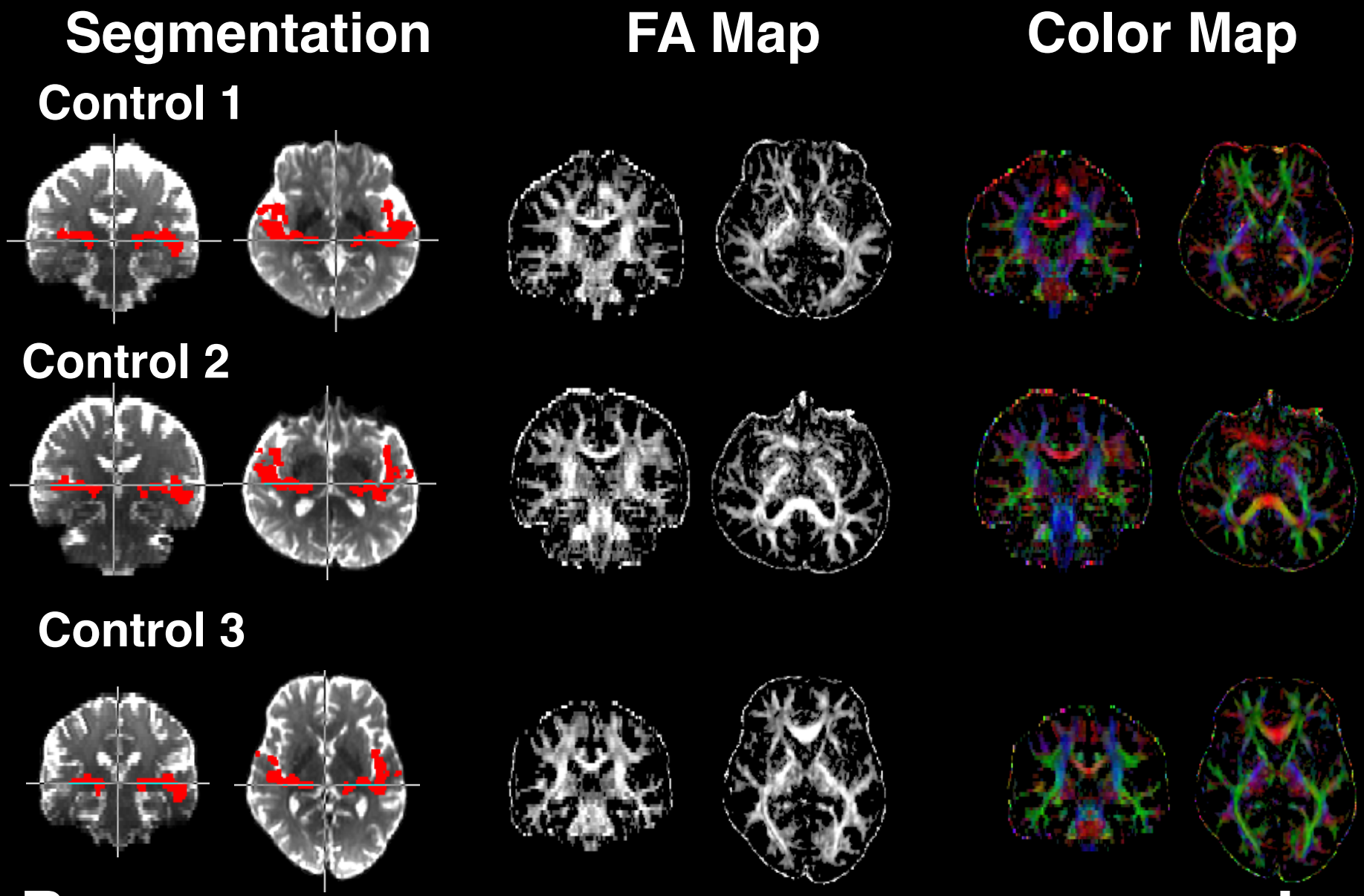


R

L

Koyama and Domen, Prog Rehabil Med, 2016

DTI Maps



Koyama and Domen, Prog Rehabil Med, 2016

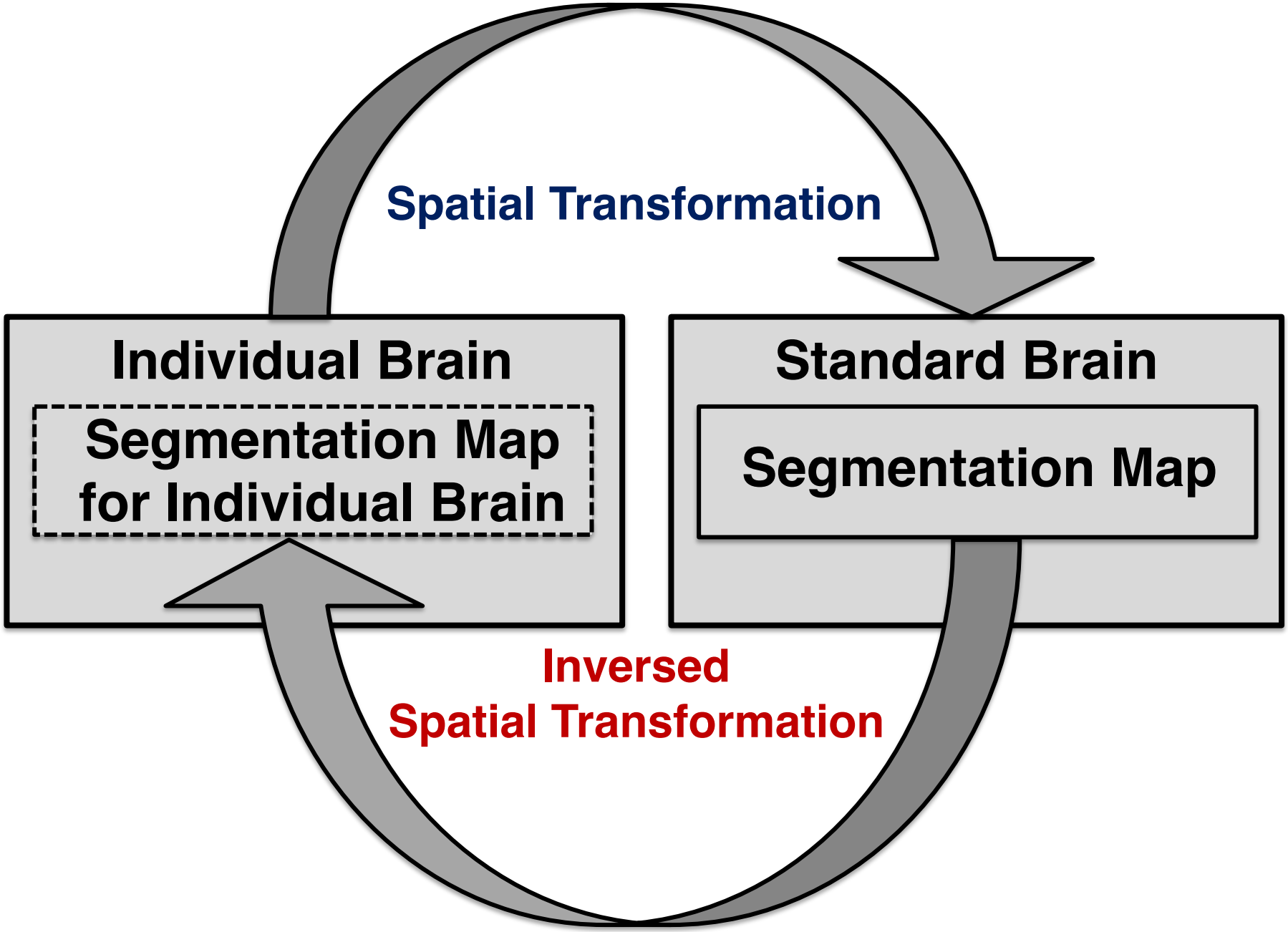
【脳画像解析 1】

- 両側の脳出血病巣は、個人脳に逆変換された両側聴放線の上に位置していた。
- 年齢性別マッチングを行った対照者3人の脳画像データには、このような所見は見られなかった。

【脳画像解析 2】

- 聴放線の出発点である**内側膝状体**を”seed”に設定したトラクトグラフィー解析（**神経線維の近似描出**）を行った。
- 年齢性別マッチングを行った対照者3人で、同様の解析を行った。

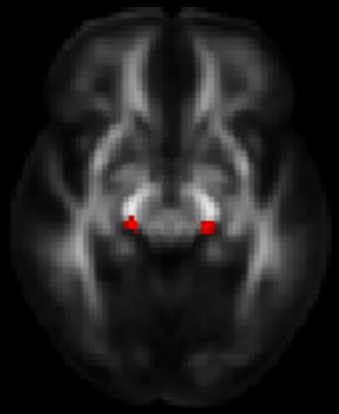
Spatial Transformation



Segmentation Maps

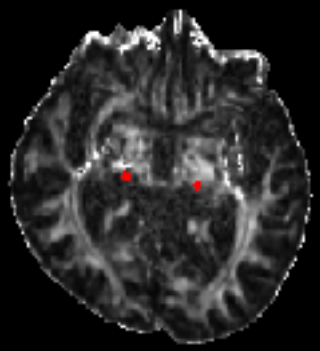
Medial Geniculate Body

Standard Brain (DTI-FA)

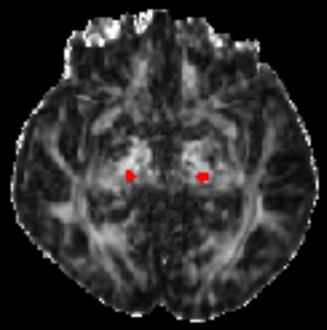


Z = -8 mm

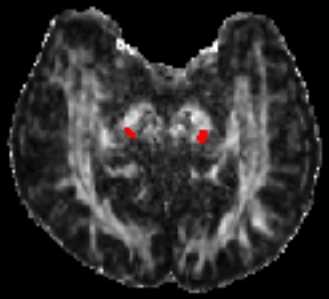
Patient



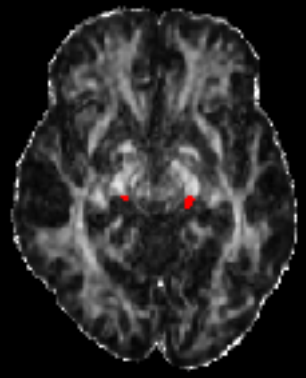
Control 1



Control 2



Control 3

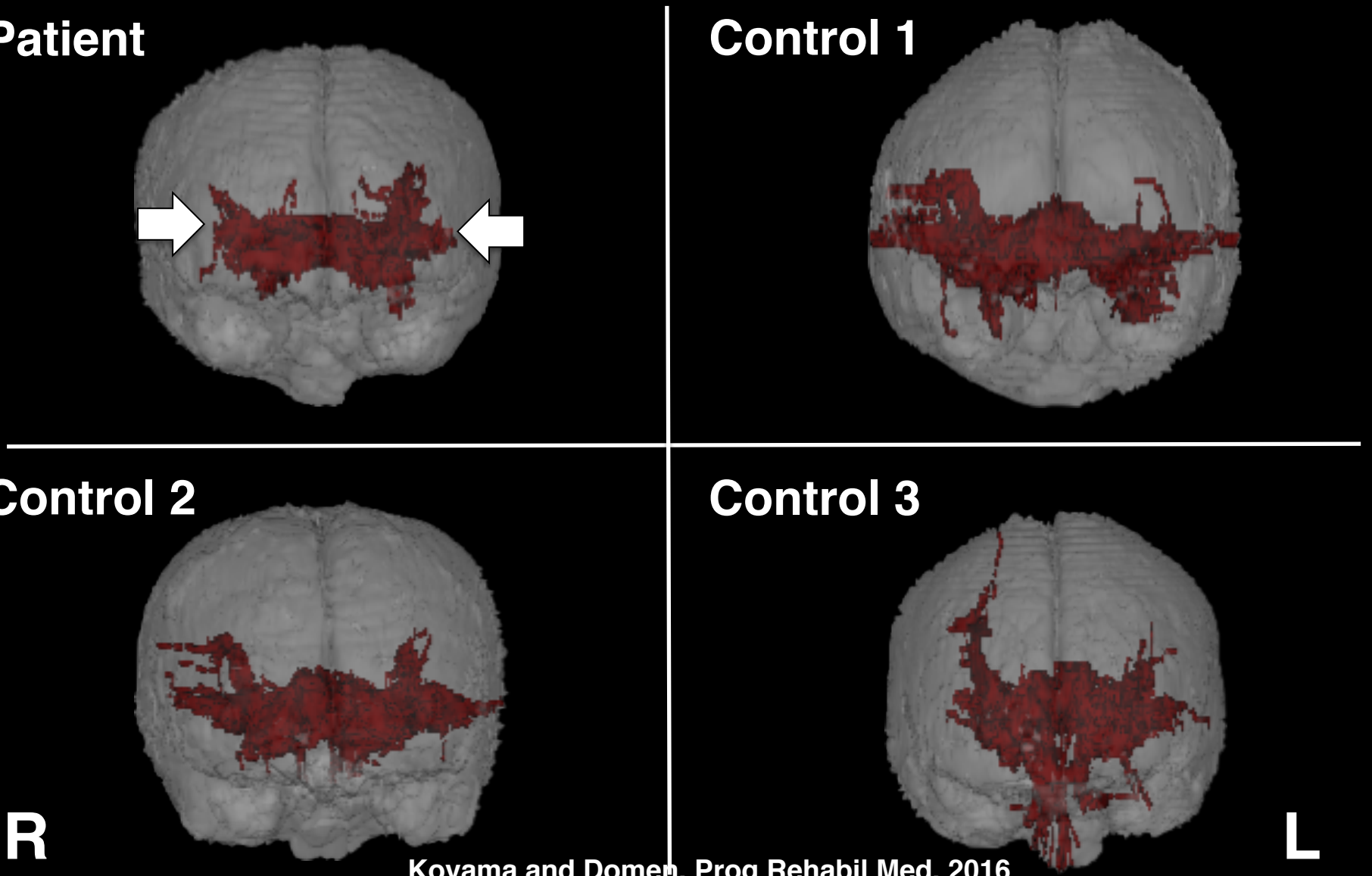


Seed Voxels for Tractography

R

L

DTI-Tractography



Koyama and Domen, Prog Rehabil Med, 2016

【脳画像解析 2】

- 症例において、両側聴放線の途絶が示された。
- 年齢性別マッチングを行った3人のコントロールでは、このような所見は見られなかった。

【考察】

- 本症例の責任病巣が両側聴放線であることが脳画像の上で明らかとなった。
- リハビリテーション診療の現場では、様々な後遺症診断が求められる場合がある。比較的に稀な障害の病巣診断に、DTIが有用な場合がある。