

心理的機能の個人差と脳画像データに基づく脳構造の 対応関係の検討

[1] 組織

代表者：若林 明雄
(千葉大学大学院文学研究院)

対応者：瀧 靖之
(東北大学加齢医学研究所)

研究費：物件費 10 万円

[2] 研究経過

知能（認知的能力）やパーソナリティなどのような測定可能な心理的個人差の背景には、脳神経系の機能のみならず、構造自体も関係していることが、近年の脳画像を使用した認知神経科学的アプローチによる研究によって示唆されている（知能については、Basten et al., 2015; パーソナリティについては Ricelli et al., 2017, など）。しかし、一般的な健常者の脳には、明確な構造上の差異は認められないことから、現時点では、データ数の限界も含め、十分に再現性のある認知機能の個人差などの心理的指標と脳構造自体の個人差としての対応関係は明確にされていない。そこで、本研究では、瀧らが中心となって収集した大規模な成人の脳構造の画像データと、対応して収集された認知機能やパーソナリティ情報などの個人差指標データとの対応関係について、従来の相関的な分析だけではなく、心理的指標の高群と低群間での脳画像情報による脳構造の量的差異の直接比較などの分析法も用いて、個人の心理的機能の特徴と脳神経構造上の特徴の対応関係について検討することを試みる。特に本研究では、近年その起源が胎生期の生化学的環境条件に大きく影響を受けており、特に fetal testosterone 濃度が脳の特定部位の発達に影響している可能性があることが複数の研究によって示唆されている第3の心理的個人差指標である認知スタイル（個人の情報処理の特徴・パターン）について、収集された脳画像データを利用することで、認知的機能（認知スタイルの傾向）と脳構造との関連性について検討を行う。

なお、本研究の基礎となる脳画像データに関する基本情報などについて、東北大学加齢医学研究所瀧

靖之教授ならびに竹内光准教授らと研究上の打ち合わせを行った。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

過去の同様の研究では、E-S理論に基づく認知スタイルの個人差指標として、個人の認知スタイルを分類するための基準となる2つの尺度（Empathizing Quotient, Systemizing Quotient）の得点や、この2つの得点の差であるD得点を用い、脳の各部位との相関をもとに、心理的個人差指標と脳構造との関連性を検討していた。しかし、この認知スタイルの指標となる尺度得点の分布は平均周辺に集中し、もともと脳構造の量的な個人差は小さいため、両指標との平均値周辺のデータの割合が大きくなることから、相関係数という統計指標では明確な結果は得られる可能性は低く、実際明確な関連性は示されてはいなかった。

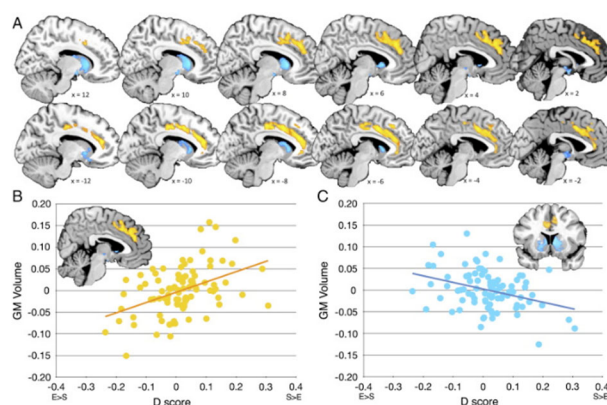


図1. E-S 認知スタイルと脳構造の相関分析の例

本研究では、E-S理論の認知スタイルの指標となるEQ/SQのデータと対応する脳画像データがある775名のデータをもとに、より信頼性が高い新たなEQ-S/SQ-Sの採点基準に従って2つの尺度得点を算出し、それを基準として各個人の認知スタイルの分類を行った。その結果、EタイプまたはSタイプに分類された男性は189名、女性は108名（Eタイプ89名、S

タイプ 208名)であり、これらの対象の脳画像データに基づき、認知スタイル間での脳構造(皮質量)を比較した。なお、脳構造には性差が認められる場合があるため、認知スタイルに加え、性と脳の左右半球の3要因による分散分析を行った。

その結果認知スタイル間で脳構造の組織量に統計的な有意差が認められたのは、男性のみであった。これは、胎生期のホルモン(テストステロン)濃度の個人差が、男性が女性に比べて3倍以上大きいということが関係していると思われる。つまり、男性の方が胎生期のテストステロン濃度の影響による脳・神経系の構造上の個人差が大きく、その結果、認知スタイルと脳構造の関連性が、より明確に表れると考えられる。

認知スタイルによる差異が確認されたのは、第1に、E-S理論の認知スタイルでEタイプが有意に組織量が大きかった部位(男性のみ)は、**Posterior thalamic radiation**であった。この部位(後視床放線)は、視床後核群と後頭葉、側頭葉、頭頂葉を連絡する神経繊維束であり、視覚情報(後頭葉)や聴覚情報(側頭葉)を統合する(頭頂葉)経路に当たる。社会的認知に必要な他者の表情、視線、音声(イントネーション)などを統合することで、複雑な他者の心的状態の処理に重要な役割を果たしている部分であると考えられ、Eタイプが社会的認知能力で優位であることと対応している。

Eタイプが優位に組織量が大きかった部位は、第2に、**Sagittal stratum (SS)**(矢状縫合層)であった。SSは、**inferior fronto-occipital fascicle**, **inferior longitudinal fasciculus**, **posterior thalamic radiation**を含む部分であり、頭頂、後頭、側頭、前帯状皮質領域から、視床、基底核や他の脳幹部の皮質下領域につながる神経繊維の皮質・皮質下神経束で、視床から皮質への求心性神経でもある。複数の情報入力を統合するネットワークに相当し、社会的認知処理に関連していると考えられる。

また、Eタイプが優位に組織量が大きかった部位には、**Cingulum hippocampus**(帯状海馬)、**inferior longitudinal fasciculus**(下縦束)、**inferior occipito frontal fasciculus**(下後頭前頭束)などがあつた。いずれも、脳の離れた領域間を結ぶ大きな神経束で、複数の情報を速やかに組み合わせ処理する機能を担うものであり、Eタイプが得意とする社会的認知処理になっていると考えられる。

一方、Sタイプが有意に組織量が大きかった部位は、**Caudate nucleus**(尾状核)のみであった。尾状核を刺激すると、同じ意思決定を異常に繰り返す現象を誘導することが報告されているが(固執性: Amemori et al., 2018)、こうした異常な繰り返し選択は、意思決定

の柔軟な変更ができず、悲観的な価値判断に固執してしまう現象を表しており、不安障害の一つである強迫性障害のモデルとなる可能性があることが示唆されているが、これは、自閉症スペクトラム傾向でも共通してみられ、規則ベースの認知処理を優位とするSタイプの特徴とも対応している。

以上、結果をまとめると、1) 脳構造には性差(72/78部位: 92.3%)があり、すべて男性が優位に大きい。2) 左右差もほとんどの部位(67/72部位: 93.1%)で認められるが、左優位34、右優位33であり、偏りはない。3) 男性のみに認知スタイル間で違いがあり、Eタイプが有意に大きかったのは、領域間をつなぐ比較的大きな神経束であったのに対して、Sタイプが有意に大きかったのは、**Caudate nucleus**(尾状核)のみであった。

(3-2) 波及効果と発展性など

本共同研究を契機として、学外研究者との交流が飛躍的に活性化し、研究成果の一部は新学術領域「個性創発脳」プロジェクトの研究の一部に発展した。また、本共同研究では、心理的傾向の個人差と脳の構造的特徴との関連性について、従来の相関研究的アプローチから、分散分析モデルの適用によって、その結果をより明確に示すことが可能になるなど、今後の心理的傾向の個人差の脳神経学的基盤解明において、より発展が期待されている。

[4] 成果資料

若林明雄・瀧靖之(2021). 新学術領域研究「ヒトの認知機能の『個性』の基本構造のモデル化と脳画像解析による脳神経基盤の解明」研究成果報告書。