

【基盤研究(S)】

総合系(情報学)



研究課題名 ヒト脳の形態形成から行動生成に至る発達のダイナミクス

東京大学・大学院教育学研究科・教授

たが げんたろう
多賀 厳太郎

研究課題番号: 26220004 研究者番号: 00272477

研究分野: 情報学

キーワード: 生命情報、複雑系

【研究の背景・目的】

ヒトの脳の構造的及び機能的ネットワークの全体像が、イメージング研究によって捉えられるようになってきた。一方、個体発生において、脳の複雑なネットワークが構築される過程とその原理については未解明な点が多い。本研究では、ヒトの胚子・胎児期の脳の形態形成から、新生児・乳児期の行動生成に至る脳の発達を扱う。特に、脳の自発活動の時空間秩序生成とネットワークの構造変化、睡眠状態に応じた外界の刺激の処理と学習の機構に焦点を当てる。胚子期の形態形成、胎児期の白質線維や脳回の形成、早産児の脳の機能発達、新生児・乳児期の脳の機能的ネットワークの発達及び学習による変化を、イメージング研究・行動研究と、動力学を記述する数理・シミュレーション研究により、実証的かつ理論的に解明することを目的とする。

【研究の方法】

- (1) ヒトの胚子・胎児期における脳の形態形成において、脳の層構造の変化・白質線維の形成・皮質の折り畳みの機構を明らかにするため、MR 顕微鏡等のイメージング技術による標本脳の画像分析を行う。
- (2) 新生児期の脳の機能的ネットワークの初期状態の特徴を明らかにするため、在院中の児(満期産児・早産児・病的児)を対象として、NIRS による脳の自発活動計測を行う。
- (3) 乳児期における動睡眠・静睡眠・覚醒行動の分化、外界との相互作用と学習の機構を明らかにするため、睡眠状態に応じた脳の自発活動・刺激誘発反応・学習関連反応を NIRS と脳波を用いて計測する。脳活動の時空間ダイナミクスと機能的ネットワークを抽出する。



図1 脳と行動の発達に関する研究

(4) 胚から乳児に至る脳の発達の動的機構を明らかにするため、発達の諸段階における動力学モデルを構築し計算機シミュレーションを行う。形態形成と情報理論をつなぐ理論的な枠組みを追求する。

これらの実証的な計測と理論研究を、図1に示すような多角的なアプローチで行い、多重な時空間スケールを貫いて、脳の構造的および機能的ネットワークが形成され、行動が生成する原理を追求する。

【期待される成果と意義】

本研究は、ヒトの脳の構造的及び機能的発達を実証的に調べるために、標本を用いた研究と安全な非侵襲脳機能イメージング手法を用いた先端的な手法を組み合わせた研究を行う。その成果として期待されるのは、胚子・胎児期における脳の形態形成のダイナミクス、新生児・乳児期における機能的ネットワーク形成のダイナミクス、睡眠や学習に関わる脳活動のダイナミクス、という3つの異なる時間スケールのダイナミクスをそれぞれ捉えるとともに、それらが相互に関係しあう発達の原理を解明することである。

実証的なアプローチと平行して、ヒトの脳が有する複雑なネットワークが発達過程でいかに形成されるのかを理論的に解明するために、脳の形態形成から情報生成までを統合的に扱う動的システムとしての新しい枠組みの構築を試みるという点で、特に大きな意義をもつものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Taga G et al.: Phil. Trans. R. Soc. A. 369, 4495-4511, 2011
- Imai M et al.: Neuroimage 85, 272-278, 2014
- Watanabe H et al.: Human Brain Mapping 34, 543-565, 2013
- Yamada S & Takakuwa T eds.: The human embryo. InTech publisher, 2012
- Fujimoto K et al.: PLoS ONE, e2772, 2008

【研究期間と研究経費】

平成26年度-30年度
150,100千円

【ホームページ等】

<http://dbsl.p.u-tokyo.ac.jp/~taga/wordpress/taga@p.u-tokyo.ac.jp>