

拘束条件付き自己組織化：その枠組みと脳の機能分化への応用

津田一郎

中部大学創発学術院

自己組織化の研究の歴史は長く、すでに第二次大戦後のウィナーのサイバネティクスの中で学術的な議論がされていました。また、すでによく知られているように、1970年代から1990年代にかけて非線形・非平衡統計力学分野のなかで多くの自己組織化現象が発見され、またいくつかの理論的枠組みが提案されました。プリゴジンらの散逸構造論、ハーケンのシナジェティクスに始まり、カオスの再発見とカオス力学系の定式化、フラクタル幾何学の創始など自己組織化の問題は広がりと深まりを見せました。さらに、これらの理論を基礎にして広い意味の物性物理、物質材料分野においてナノレベルでの自己組織化を利用した物質のデザインも試みられてきました。しかしながら、その中で自己組織化の典型的な現象だと思われてきた「分化」に対しては従来の自己組織化理論は必ずしも十分な説明力を持ちませんでした。細胞分化や脳の機能分化などが典型例です。現在私たちは、JST の CREST 研究 <http://www.er.ams.eng.osaka-u.ac.jp/kawai/crest/> において特に脳の進化的及び機能的結合を介した機能分化の機構の解明を目指しています。研究の中核を担うのは脳の機能分化に対する新しい自己組織化原理による定式化です。すなわち拘束条件付き自己組織化理論の構築を目指しています。この問題を変分原理によって

解決しようとする、拘束条件付きの最適化問題になります。本講演では、このような観点から解析力学の定式化を再考します。そして、それを具体的な機能分化の問題に応用した結果をお話しします。講演の要点は、システム全体に課せられた拘束条件によってシステム部品が出来上がっていく仕組みについてです。

参考文献

- Ichiro Tsuda, Computational theory for constrained self-organization in neural systems and its applications. *Advances in Neuroinformatics* S2-1, pp40-43, 2017.
- Daniel Collerton, John-Paul Taylor, Ichiro Tsuda, Hiroshi Fujii, Shigetoshi Nara, Kazuyuki Aihara and Yuichi Katori, How Can We See Things That Are Not There? Current Insights into Complex Visual Hallucinations. *Journal of Consciousness Studies*, **23**, No.7-8, 2016 pp.195-227.
- Ichiro Tsuda, Yutaka Yamaguti and Hiroshi Watanabe, Self-Organization with Constraints—A Mathematical Model for Functional Differentiation. *Entropy* 2016, **18**, 74.
- Hiromichi Tsukada, Hiroshi Fujii, Kazuyuki Aihara, Ichiro Tsuda, Computational model of visual hallucination in dementia with Lewy bodies. *Neural Networks*, **62**, 73-82 (2015).
- Ichiro Tsuda, Chaotic itinerancy and its roles in cognitive neurodynamics. *Current Opinion in Neurobiology*, Vol.**31**, pp.67-71 (2015).