

## 神経ネットワーク系における集団的再現性について

末谷 大道

大分大学工学部, ATR 脳情報

### 概要

システムが外部からの入力に対してどのように応答し、情報がどのように保持・伝播・変容するかは科学の基本問題である。非線形物理学の観点からは、周期外力を受けたリミットサイクル振動子における引き込みやあるカオス素子が別のカオス素子を駆動するときに生じる一般化同期、また共通の雑音を受けたときに異なる初期値から出発した素子同士が一致した振る舞いを示す雑音誘起同期など、同期現象の文脈で多くの研究がなされてきた[1]。また、外部からの同一の刺激に対して系がどの程度同一の振る舞いを示すかという再現性の問題は、ブレイン・マシン・インターフェース(脳活動からの刺激情報の復号)などの脳科学の応用上で重要である。

扱う系が少数自由度であるとき、直観的な指標(例えば2つのスカラー時系列ならその相関係数)によって同期性や再現性を測ることは比較的容易である。しかし、系が高次元カオスを示す場合、どのような指標で2つの時空間パターン間の類似度を測れば良いかという問題は自明ではない。例えば、2つの異なる高次元カオス系に共通の入力を与える(もしくはある1つの系において初期値を変えながら同じ入力を繰り返し与える)とき、2つの系の自由度(素子数)は異なることから差分をとって類似性を測ることはできない。2つのデータ間の類似性を測る一般的な指標として相互情報量があるが、状態空間が $10^4$ 次元あるような系の確率分布を推定することは現実的でない。

末谷は、2つのランダム神経回路(または1つの回路で異なる試行)に微弱な共通の周期外力を与えたとき、素子レベルではカオスで2つの軌道の間に明確な相関は見えないものの、正準相関分析(Canonical Correlation Analysis: CCA)で抽出したマクロ変数がほぼ一致するという集団レベルにおける再現性を発見した(図1)[2]。さらに、北城と末谷は、被験者に明度がランダムに変化するチェッカーボード模様の動画を呈示したときの脳波にCCAを適用

し、共通の雑音を与えた方がない場合に比べ有意に試行間の再現性が高いことも発見した[3]。講演ではこれらの結果について発表すると共にリザーブ計算に基づく学習の問題や被験者毎の脳波特性について議論する。

### 参考文献

- 1) A. Pikovsky, M. Rosenblum and J. Kurths, Synchronization: A Universal Concept in Nonlinear Sciences, Cambridge Univ. Press. (2003).
- 2) H. Suetani, in Proceedings of AROB 21<sup>st</sup>, pp.545-548 (2016).
- 3) K. Kitajo and H. Suetani, in Proceedings of NOLTA 2014, pp. 443-445 (2014).

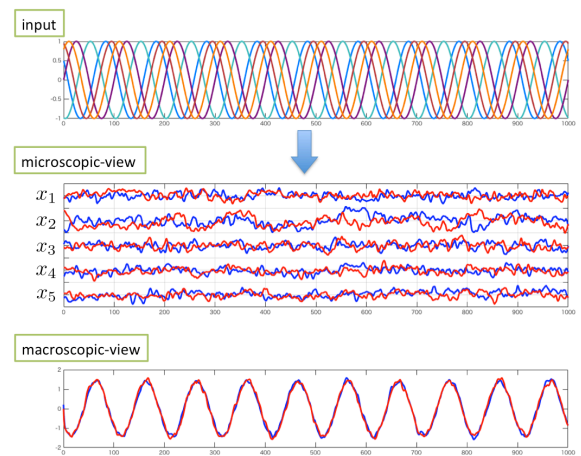


図1 同一のランダム神経回路網の異なる試行に共通の周期入力(上段)を与えたときの応答。素子レベルでは試行間でダイナミクスは一致しないが(中段)、正準相関分析で抽出した成分は一致する(下段)。