

非線形力学に基づく生命システムのデータ解析 — 同期現象に着目して —



情報科学研究科

[知能情報処理学講座] 准教授 徳田 功

E-mail: isao@jaist.ac.jp URL: http://iipl.jaist.ac.jp/~isao

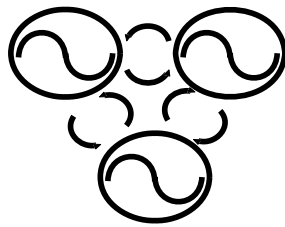
研究背景

- **結合振動子**: 一定間隔で繰返す振動パターンを持つ要素集団. 要素同士は相互作用
- **同期現象**: 各要素の振動のタイミングが一致
- **例**: ホタルの集団発光, コンサートホールの拍手, 脳神経系におけるニューロンの発火活動, 概日時計(24時間の生活サイクル), 声帯振動, オーケストラ
- **生命システムの基本**

蛍の集団発光

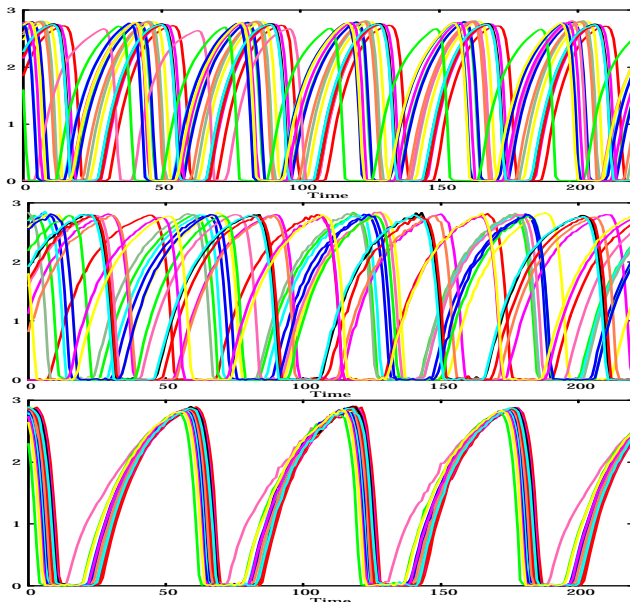


結合振動子



同期の要因

- 結合強度
- 個々の振動子の周波数特性
- 対称性



電気回路で観測された同期現象

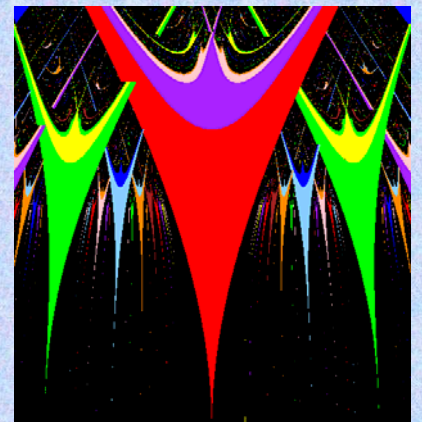
16個の回路の出力波形を同時プロット

結合を強めていったとき(上→下)同期が起こる

非線形システムの応答特性

アーノルドの舌

外力強度



- 赤: 1対1の同期
- 青: 1対2の同期
- 緑: 1対3の同期
- 黒: 準周期, カオス

外力周波数

データ解析

- 同期の判定
- 結合タイプの同定(大域的, 局所的)
- 結合強度の推定
- 対称性の推定
- 同期領域の予測

応用

- ◎ 声帯の同期解析
- ◎ SCNニューロンの解析と概日時計
- ◎ 伝染病の都市間相互作用
- ◎ オーケストラの芸術性
- ◎ 生命システムの理解