

**MACS2021-11**

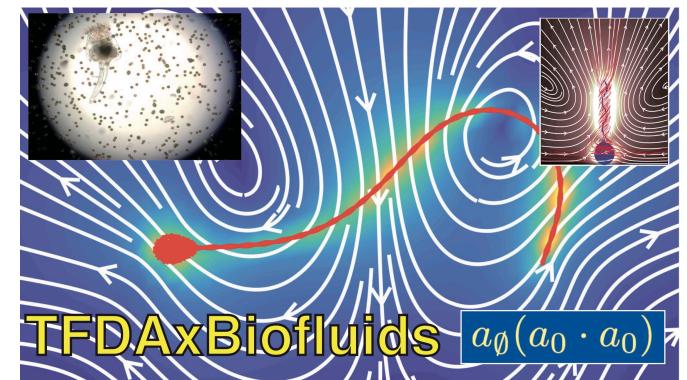
# 生命流体×流線トポロジーデータ解析 (TFDA)：生命の作る流れとトポロジー

担当教員

坂上貴之（理学研究科・数学・数理解析専攻）

石本健太（数理解析研究所）

平島剛志（白眉センター）



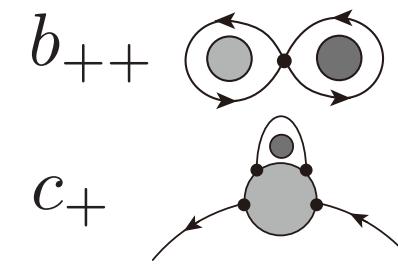
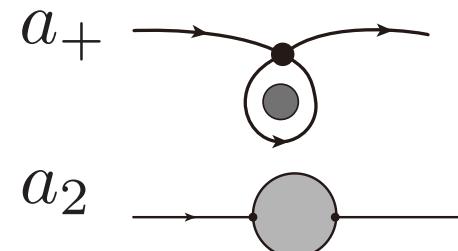
# 流れを言葉に～TFDA

## 流線トポロジー解析(TFDA) とは?

- “トポロジー”を利用した新しいデータ解析手法  
流れのデータ（ベクトル場や流線軌道など）から一意なCOT表現とよばれる文字列を割り当てる技術。
- 文字列から流れに関する定量的・定性的情報を抽出。



各文字が表現する流れ構造



COT表現  $a_\emptyset(a_2, a_2, a_2, a_2(c_+(b_{++}\{\sigma_+, \sigma_+\}), c_+(b_{++}\{b_{++}\{\sigma_+, \sigma_+\}, \sigma_+\}), c_+(\sigma_+), c_-(\sigma_-))$

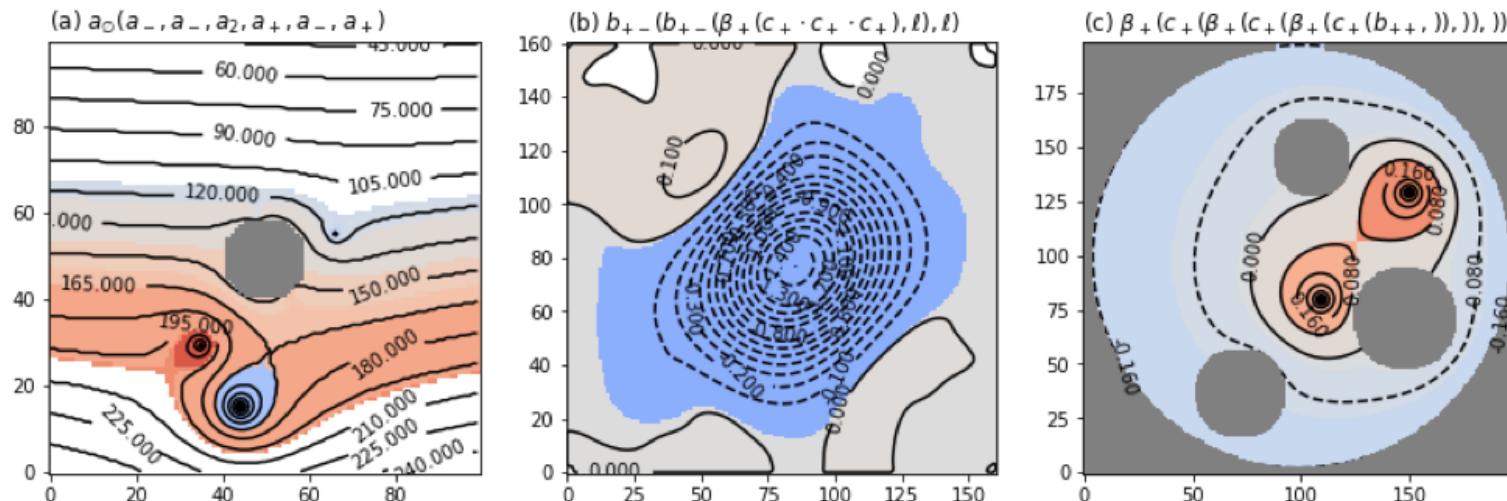
語表現（簡易表現）IA<sub>2</sub>A<sub>2</sub>A<sub>2</sub>CCCCB<sub>0</sub>B<sub>0</sub>B<sub>0</sub>

## TFDAができること

- 数理データ解析：“流れ”に関する「**共通言語**」として。  
(従来型の数理モデル解析は今回話しません)
- ツリー構造やその文字列表現を用いた流れのトポロジー  
情報の**データマイニング** (AIや機械学習の識別子として)
- COT表現を通した、将来に起こりうる流れパターンの  
**数学的保証に基づく「遷移予測」**を可能に。
- 従来の手法で見えない新しい知見の抽出が可能に

# ソフトウェア “psyclone”

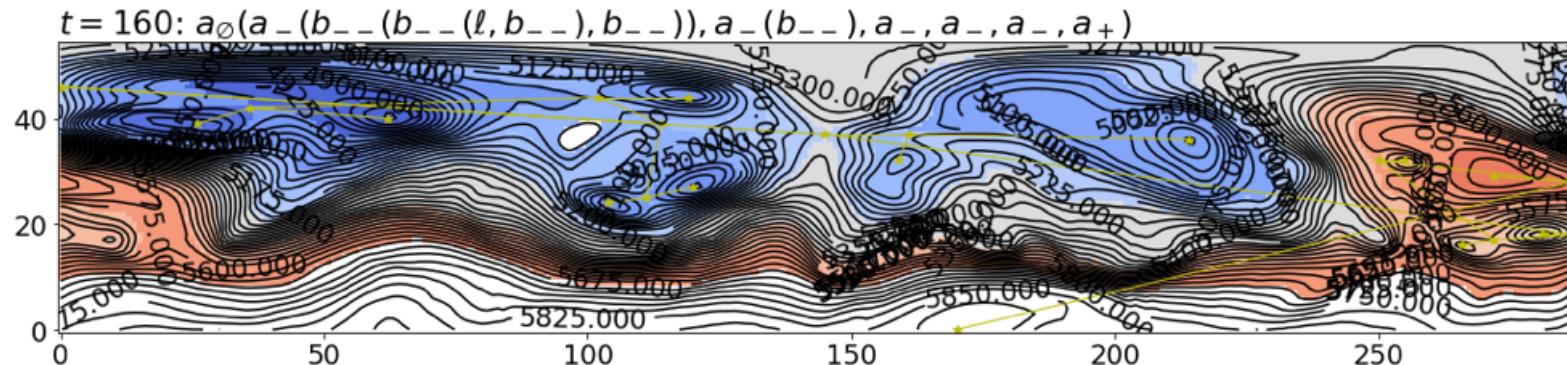
与えられた二次元非圧縮流れ場からCOTを計算するソフトウェア



- 「適合性」と「安定性」を兼ね備えた数値計算手法
- 格子点上の高さ関数（ハミルトン関数）のデータだけで変換可能
- トポロジカルな構造だけでなく、構造の影響領域（定量情報）を抽出
- pythonコードとして実装。

## 気象データのTFDA

利用データ：500 hPa等高度面(等高線は流れの軌道群と一致)



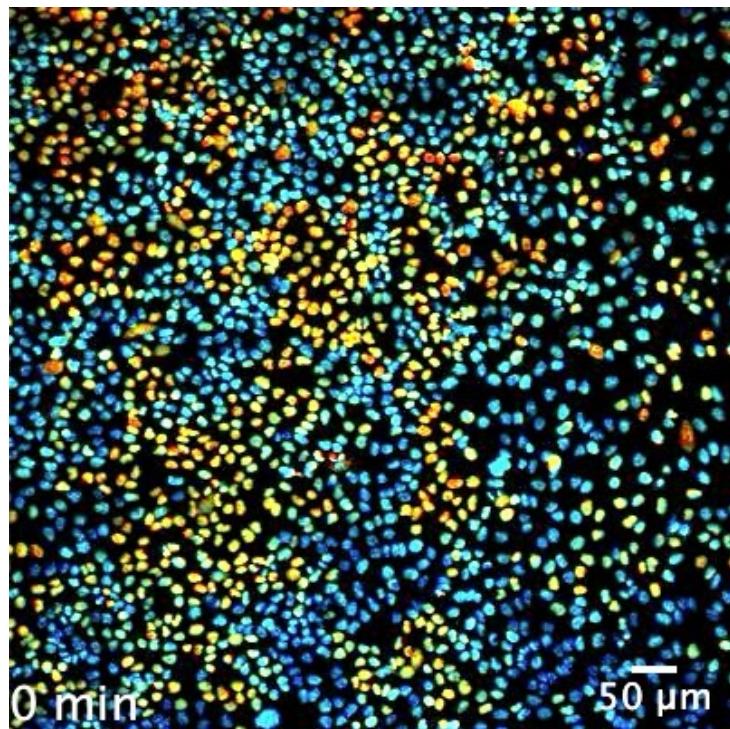
$a_\emptyset(a_-(b_{--}(b_{--}(\ell, b_{--}), b_{--})), a_-(b_{--}), a_-, a_-, a_-, a_+)$

- “青い領域”は低圧部, “赤い領域”は高圧部 (“ $a_+$ ” の軌道)
- 大きな高圧部や低圧部がある場所に一定時間（4日程度）とどまり続けていること→ブロッキング現象の検出に！

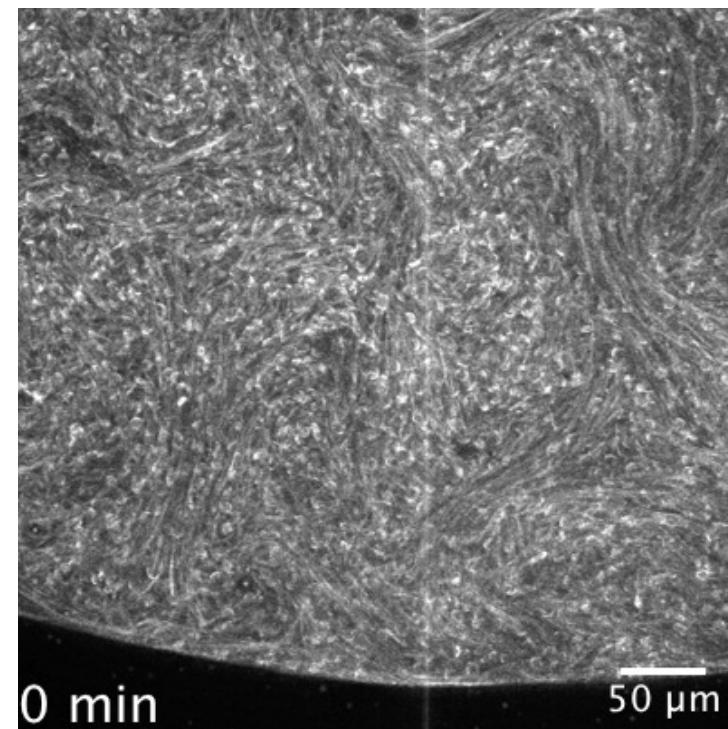
# 生命がつくる流れの「生」データを解析しよう！

何か面白いことが見つかるかも？

上皮細胞集団の核（色は分子の活性）



マウスの精子集団

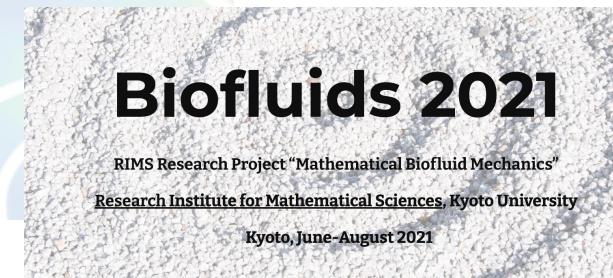
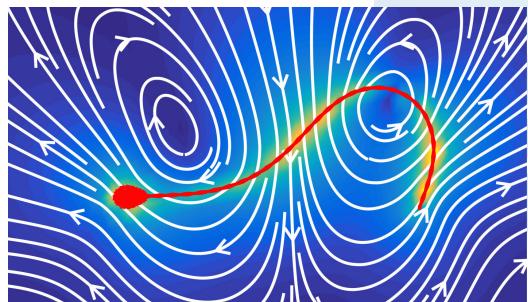


## 本SGの活動予定

- TFDAソフトウェアチュートリアル（オンライン，夏ぐらい？）
- 入門集中講義シリーズ（6月15日～18日，ハイブリッドを予定）
- 後期：
  - 月一回程度の定例ミーティング（進捗状況の確認や質問など。オンラインを予定。）
- 目標：
  - ① TFDAを使った成果やTFDAを紹介するHP(Wiki)を作ろう！
  - ② 自分のデータや生物流体に関するデータに対してTFDAを使って、新しい知見を得てみよう。

**RIMS Tutorial Seminar**  
**生物の創るパターンとダイナミクス：基礎からの展開**  
Lectures on patterns and dynamics in biology: From basics to recent advances

RIMS, Kyoto University + online hybrid, June 15-18, 2021  
as part of  
RIMS Research Project "[Biofluids 2021](#)"



「生物流体力学」始めるなら今でしょ！

**入門集中講義シリーズ (6/15-6/18)**

登録締切(4/28)迫る！

- ・生き物が作り出す流れ（遊泳・飛翔）
- ・体内を巡る様々な流れ
- ・移動する細胞たちの集団的な流れ

**biofluids2021**

