

未来社会創造事業 探索加速型
「共通基盤」領域
年次報告書(探索研究)

H30 年度 研究開発年次報告書

平成 30 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：坂上 貴之]

[京都大学大学院理学研究科・教授]

[研究開発課題名：包括的トポロジカルデータ解析数理共通基盤の実現]

実施期間：平成 30 年 11 月 15 日～平成 31 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

(1) TFD 解析研究グループ(京都大学)

① 研究開発代表者:坂上 貴之 (京都大学大学院理学研究科、教授)

② 研究項目

- ・ 二次元ハミルトンベクトル場(非圧縮流れ場)の流れ関数から流線位相構造を抽出して文字および付随するレーブグラフ構造を抽出するソフトウェア(psiclone)作成.
- ・ 二次元圧縮性流れを含む有限型の流れ(Flow of finite type)の数学分類理論に基づく文字化と付随するグラフ構造の抽出理論の完成. その一意化.
- ・ 500hPa 等高度面の気象再解析データへの TFD 解析の適用と, それに基づく気象ブロッキング状態判定可能性の検証.
- ・ 心血流エコーデータに対する TFD 解析の適用のための文字化の研究.
- ・ 企業や周辺諸科学の研究者から提供されるデータへの TFD 解析の適用可能性の検証.

(2) PH 解析研究グループ(京都大学)

① 主たる共同研究者:平岡 裕章 (京都大学高等研究院、教授)

② 研究項目

- ・ Cubical-Ripser と HomCloud 間の入出力データフォーマットの整合
- ・ 高次元画像データに対するパーシステント図高速計算アルゴリズムの特性評価

§2. 研究開発実施の概要

研究開発実施計画に基づき二つのトポロジカルデータ解析手法に関して, 以下のような成果を得た. トポロジカルフローデータ解析(Topological Flow Data Analysis(TFDA))では, 任意の構造安定なハミルトンベクトル場に一対一に対応する固有の文字表現(COT 表現)およびそれに付随する Reeb Graph 表現をハミルトン関数から自動計算するソフトウェア(psiclone)を完成させた. これにより, 大量の流れ場データに対して TFDA を実施できるようになった. 本内容は論文として掲載受理済み, さらにソフトウェアは関係者に配布を開始した. この応用として, 気象再解析データ(500hPa 等高面)に TFDA を実施し, ブロッキング現象と呼ばれる気象状態の自動抽出の方法を見いだしつつある. また, 三次元ベクトル場への TFDA の拡張を目的として, 三次元ベクトル場のスライスとして得られる二次元圧縮性ベクトル場(Flow of finite type)が生成する軌道群の位相構造文字化理論を完成させた. さらに, これを拡張して心血流エコーデータに適用可能な流れの文字化理論も完成しつつある. パーシステントホモロジー解析では, 高次元データへの適用に向けて必要な計算高速化の研究を進めた. 特に, 高速アルゴリズムの一つとして知られている Cubical-Ripser との比較検討を行い, 本チームの開発している Homcloud との入出力データの整合性を図るとともに, その高速アルゴリズムの特性評価を行っている. 企業や他分野へトポロジカルデータ解析の適用について, 諸課題への連携探索研究を行い, 複数の企業や関連する研究者からデータの提供を受けて現在 TFDA を適用中である. 企業データへの応用例のうち一件は新製品の開発につながるなど成果があった.