

2025年度共同利用研究報告書

2026年03月02日

所属・職名 名古屋大学大学院理学研究科・博士後期課程2年

吉村 雷輝

		整理番号	2025a026	
1.研究計画題目	大腸ポリープの有無の情報が紐づいた健康診断データによる状態遷移を表現する潜在空間の構築と遷移予測手法の開発			
2.新規・継続	新規			
3.種別	若手・学生研究			
4.種目	短期共同研究			
5.開催方法	対面開催			
6.研究代表者	氏名	吉村 雷輝		
	所属 部局名	名古屋大学大学院理学研究科	職名	博士後期課程2年
7.研究実施期間	2026年02月26日(木曜日)～2026年02月28日(土曜日)			
8.キーワード	機械学習、疾患の進行動態、大腸ポリープ			
9.参加者人数	10人			

10.本研究で得られた成果の概要

本研究は、限られた臨床時系列データから疾患進行の動態を定量的に理解・予測する数理モデルの構築を目的として開始された。個々の患者に対する多様な介入実験が困難であるという医療データ解析上の制約を背景に、「潜在空間上の力学系として疾患動態を表現する」という着想を動機として、本研究計画を立案した。

本研究では、大腸ポリープの有無が付与された健康診断データを対象とし、2時点の観測を入力とするVAE型モデルにより潜在空間を構築し、その遷移を時間差情報を組み込んだモデルで記述する枠組みを提案した。さらに、遷移を勾配場として捉える視点を導入することで、潜在表現の時間発展を滑らかな力学系として扱う理論的基盤を整備した。トイモデルによる数値実験では、潜在空間上の遷移が元の動態を概ね再現することを確認し、提案手法の基本的有効性を示した。

研究期間中には国内外研究者との集中討論および公開シンポジウムを実施し、潜在空間モデルによる生体動態解析の統一的枠組みとしての位置付けを明確化した。これらの議論を通じて、新たな共同研究の可能性が広がっている。現時点では実データ解析には至っていないが、前処理および特徴量設計を進めた上で適用を行い、結果を踏まえて論文として取りまとめる計画である。また、本枠組みは他の疾患データへの応用も可能であり、継続的な共同研究として発展させていく予定である。

大腸ポリープの有無の情報が紐づいた健康診断データによる状態遷移を表現する潜在空間の構築と遷移予測手法の開発

吉村 雷輝（名古屋大学）

スケジュール

- 2/26 (木)
 - 【非公開】研究実施・打ち合わせ
参加者：吉村、松浦、鍛冶、Park

- 2/27 (金)
 - 9:00～14:00 【非公開】研究実施・打ち合わせ
参加者：吉村、松浦、鍛冶、中村、Park、

 - 15:00～17:00 公開プログラム『潜在的な動態を理解する数理』
 - 15:00～15:30 講演者：吉村雷輝（名古屋大学）
『疾患の動態を反映した勾配空間の開発』

 - 15:30～16:00 講演者：Park Hyeongki（Pusan National University, Republic of Korea）『Data-Driven Estimation of Viral Dynamics and Its Applications』

 - 16:00～16:30 講演者：中村直俊（横浜市立大学）
『再発事象の数理データ解析』

 - 16:30～17:00 講演者：野下 浩司（東京大学）
『表現型潜在空間を特定するための定量的アプローチ』

 - 19:00～22:00 【非公開】意見交換会

- 2/28 (土)
 - 9:00～12:00 【非公開】研究実施・打ち合わせ
参加者：吉村、松浦、鍛冶、Park, 中村

研究の背景と目的

近年、疾患の進行過程を定量的に理解するために、時系列医療データを活用した機械学習モデルの開発が盛んに行われている。しかし、臨床データは取得数や質に制約があることが多く、個々の患者に対して多様な介入を試行することは現実的に困難である。このた

め、限られたデータから疾患進行の動態を推定し、将来の状態遷移を予測可能な枠組みの構築が求められている。

本研究では、大腸ポリープの有無に関する情報が紐づいた健康診断データを対象とし、個人の健康状態の時間的変化を潜在空間上の遷移として表現することを目的とした。具体的には、2つの時点のデータを同時に入力とする VAE 型モデルを設計し、潜在表現間の遷移を時間差情報を組み込んだパーセプトロンにより記述する枠組みを提案した。さらに、大腸ポリープの有無に関する二値分類損失と患者識別の制約を統合した損失関数を設計することで、疾患関連情報を保持した潜在空間の構築を目指した。

会合中の研究討論および成果

主に提案モデルの理論的妥当性および実データへの適用可能性について集中的に議論を行った。当初の計画では、大腸ポリープに関する実際の健康診断データへ直接適用することを想定していたが、データの前処理および統計的性質の整理に時間を要したため、期間内での実データ解析の実施には至らなかった。

一方で、理論面においては、鍛冶先生との議論を通じて、潜在空間内の遷移を勾配場として捉える視点を導入し、遷移構造の整合性や安定性に関する数理的枠組みを明確化することができた。この枠組みにより、潜在表現の時間発展を滑らかな力学系として扱うことが可能となり、従来の VAE に比べて解釈性の高いモデル構築が期待される。

さらに、トイモデルを用いた数値実験を行い、データが存在する領域においては潜在空間上の遷移ベクトルが元の動態を概ね再現することを確認した。加えて、生成された潜在空間からデータを再構築した場合にも、実際の挙動に近い動きが再現されることが観察され、本モデルの基本的な有効性を示す結果が得られた。

以上の結果から、本研究の枠組みは実データ解析に適用可能な潜在的基盤を有していることが確認された。

公開シンポジウム「潜在的な動態を理解する数理」について

研究期間中の公開プログラムとして、シンポジウム「潜在的な動態を理解する数理」を開催した。本シンポジウムでは、疾患動態、ウイルス進化、細胞内シグナル動態、形態表現の潜在空間解析など、多様な対象に対する潜在空間モデルや数理的解析手法に関する講演が行われた。

研究代表者による講演「疾患の動態を反映した勾配空間の開発」では、臨床データの制約下でも仮想患者の生成と疾患進行シミュレーションを同時に実現するモデルの必要性を指摘し、Auto Encoder 型モデルに基づく遷移学習の枠組みを提案した。特に、潜在空間内の遷移を勾配場に従うものとして定式化することで、疾患進行の方向性を明示的に表現する可能性を示した。

また、他の講演では、ウイルス動態のデータ駆動推定、興奮系としての細胞内シグナルの数理モデル、表現型潜在空間の定量的推定などが報告され、潜在空間を用いた動態理解に関する幅広い視点が提示された。特に、野下氏の調和解析を用いた形状解析に関する講

演に基づき、細胞など位相変化を伴う形状の解析のために **manifold harmonics** を応用する手法について議論を行った。具体的には、**Proof of Concept** を実装し、Disk に穴が開いていく過程を模した人工データ (図 A) を用いて簡単な検討を実施した。その結果、形状の位相変化を含む動態を周波数的な表現として捉える可能性が示唆され (図 B)、潜在空間を用いた動態解析との接続可能性について有益な知見が得られた (<https://github.com/shizuo-kaji/LaplacianShapeSpectrum>)。今後は、解析を効率的に実施するためのライブラリ開発や実データへの適用など、更なる発展が見込まれる。

これらの講演および討論を通じて、潜在空間モデルが生物・医療分野における多様な動態解析の統一的枠組みとなり得ることが確認され、本研究の理論的枠組みの位置付けを明確化する上で有意義な議論が行われた。

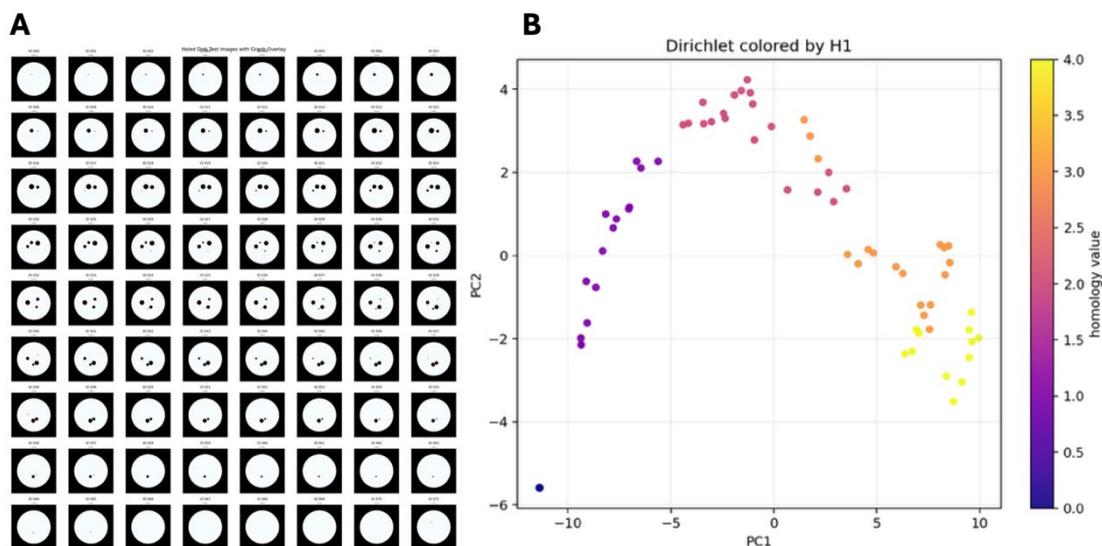


図 1 人工データを用いた調和解析を用いた形状解析

(A) Disk に穴が複数開いていく現象を模した人工生成データ

(B) ラプラシアンスペクトルとして抽出した特徴量の PCA 埋め込みと一次ホモロジー群 (H1)

会合後の展開と今後の課題

本研究では、当初予定していた実データへの直接適用には至らなかったものの、実装に先立つ理論的基盤を構築することができた点が大きな成果である。特に、潜在空間内の遷移を力学系として扱う枠組みの整備により、疾患進行動態を定量的に記述するための頑強な理論的基礎が確立された。

今後は、健康診断データの前処理および特徴量設計を進めるとともに、本研究で構築したモデルを実データへ適用し、その予測精度や解釈可能性の検証を行う予定である。また、シンポジウムで得られた知見を踏まえ、他の疾患データや異なる生体動態への応用についても検討を進めていく。

最後に、本研究の遂行にあたり、ご議論・ご助言をいただいた講演者および参加者の皆様、並びに九州大学マス・フォア・インダストリ研究所の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。



開催日:2026/02/26~2026/02/28

大腸ポリープの有無の情報が紐づいた健康診断データによる状態遷移を表現する潜在空間の構築と遷移予測手法の開発 | 2025a026

カテゴリー: イベント

タグ:

若手研究

短期共同研究

開催概要

- 開催方法: 対面開催
- 開催場所: 九州大学伊都キャンパスウエスト1号館D625中セミナー室
- 主要言語: 日本語
- 主催: 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所
- 種別・種目: 若手・学生研究・短期共同研究
- 研究計画題目: 大腸ポリープの有無の情報が紐づいた健康診断データによる状態遷移を表現する潜在空間の構築と遷移予測手法の開発
- 研究代表者: 吉村 雷輝 (名古屋大学大学院理学研究科・博士後期課程2年)
- 研究実施期間: 2026年2月26日(木) ~ 2026年2月28日(土)
- 公開期間: 2026年2月27日(金)
- 研究計画詳細: https://joint2.imi.kyushu-u.ac.jp/research_chooses/view/2025a026

プログラム

2月26日(木) 16:00~22:00【非公開】

2月27日(金) 9:00~14:00、19:00~22:00【非公開】

15:00~17:00【公開】

シンポジウム『潜在的な動態を理解する数理』

15:00~15:30

吉村 雷輝 (名古屋大学)

疾患の動態を反映した勾配空間の開発 疾患の動態を反映した勾配空間の開発

15:30~16:00

Park Hyeongki (Pusan National University, Republic of Korea)

Data-Driven Estimation of Viral Dynamics and Its Applications

16:00~16:30

中村 直俊 (横浜市立大学)

再発事象の数理データ解析

16:30~17:00

野下 浩司 (九州大学)

表現型潜在空間を特定するための定量的アプローチ

2月28日(土) 9:00~12:00【非公開】

申込方法

事前申込制(組織委員, 講演者のかたも登録が必要です)

参加無料

定員になり次第, 参加登録を締め切らせていただく場合がございます.

\ 下記URLより参加登録をお願いいたします /

[参加登録フォーム](#)

概要	運営	2026年度公募	アクセス・お問合せ
概要	運営委員会	採択研究・報告書一覧	学内専用(トップページ)
活動報告	共同利用・共同研究委員会	イベント情報	委員専用
	国際プロジェクト委員会	会場設備	研究代表者専用
		Q&A	メールマガジン
