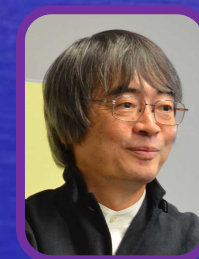


ムーショット目標2公開フォーラム2025
2025年 3月 29日

病気を予知し発病前に治す未病医科学

合原一幸
Kazuyuki Aihara



東京大学 特別教授／名誉教授
東京大学ニューロインテリジェンス国際研究機構 副機構長
理化学研究所 AIPセンター 特別顧問
JST 未来社会創造事業・共通基盤領域 数理テーママネージャー
kaihara@g.ecc.u-tokyo.ac.jp
URL: <http://www.sat.t.u-tokyo.ac.jp/aiharalab>



驚きの

数理工学

合原一幸 編著
(東京大学教授)

暮らしを変える

問題解決に即アプローチ——
使える学問・数理工学!

がんの
投薬スケジュール

インフルエンザの
防御対策

余震をすぐ予測

巻頭言 小谷元子 (東北大学教授)

ウェッジ

暮らしを変える

驚きの

数理工学

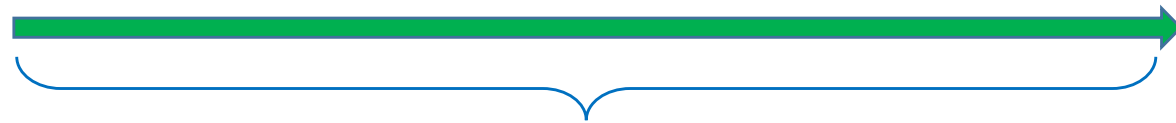
合原一幸 編著

ウェッジ

未病の定義

従来：

健康状態



疾病状態

未病状態 Where?

本研究：

健康状態



疾病状態

Here!

健康状態から疾病状態へ至る時間軸の中で未病状態を発見する
(Bifurcation -Induced Transitions)

他の可能性

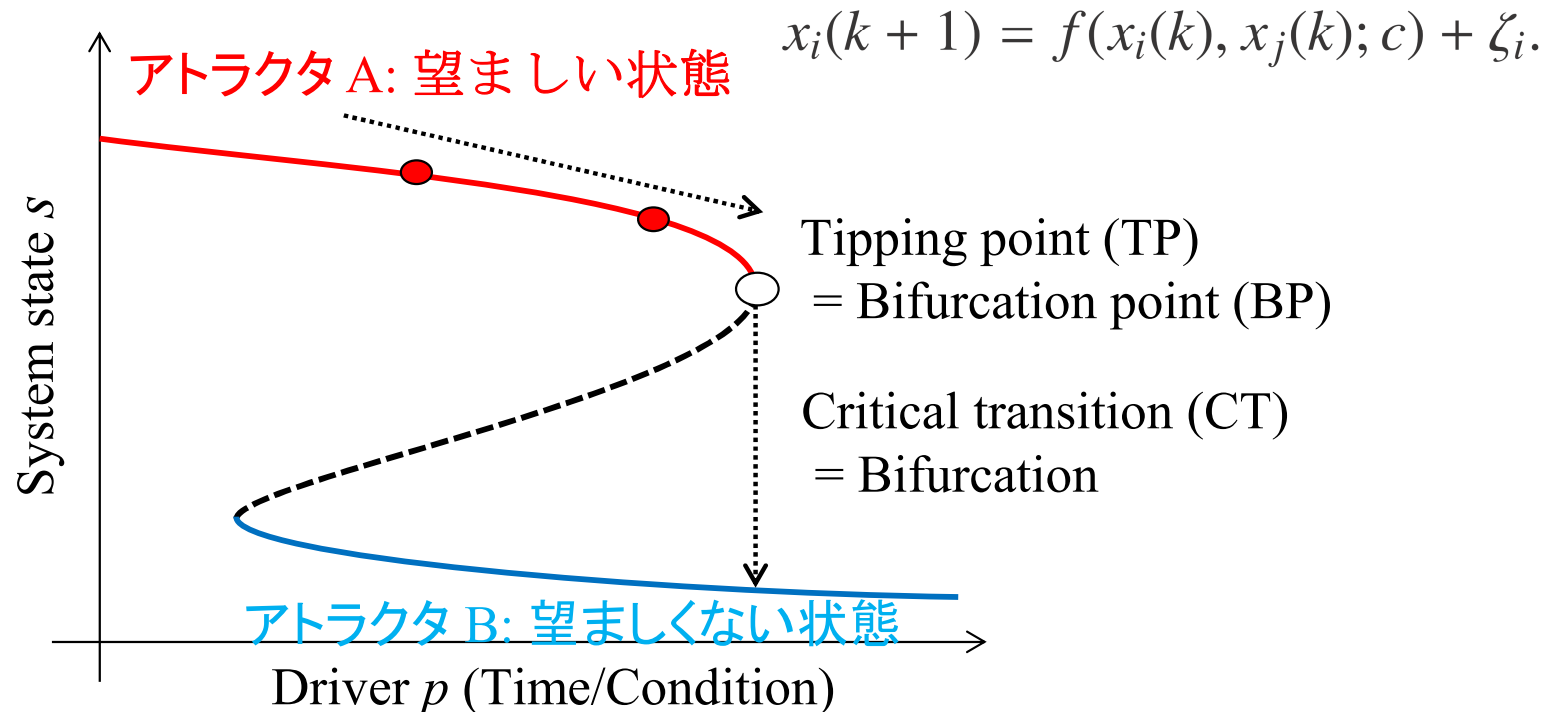
Critical Transitions (臨界状態遷移)

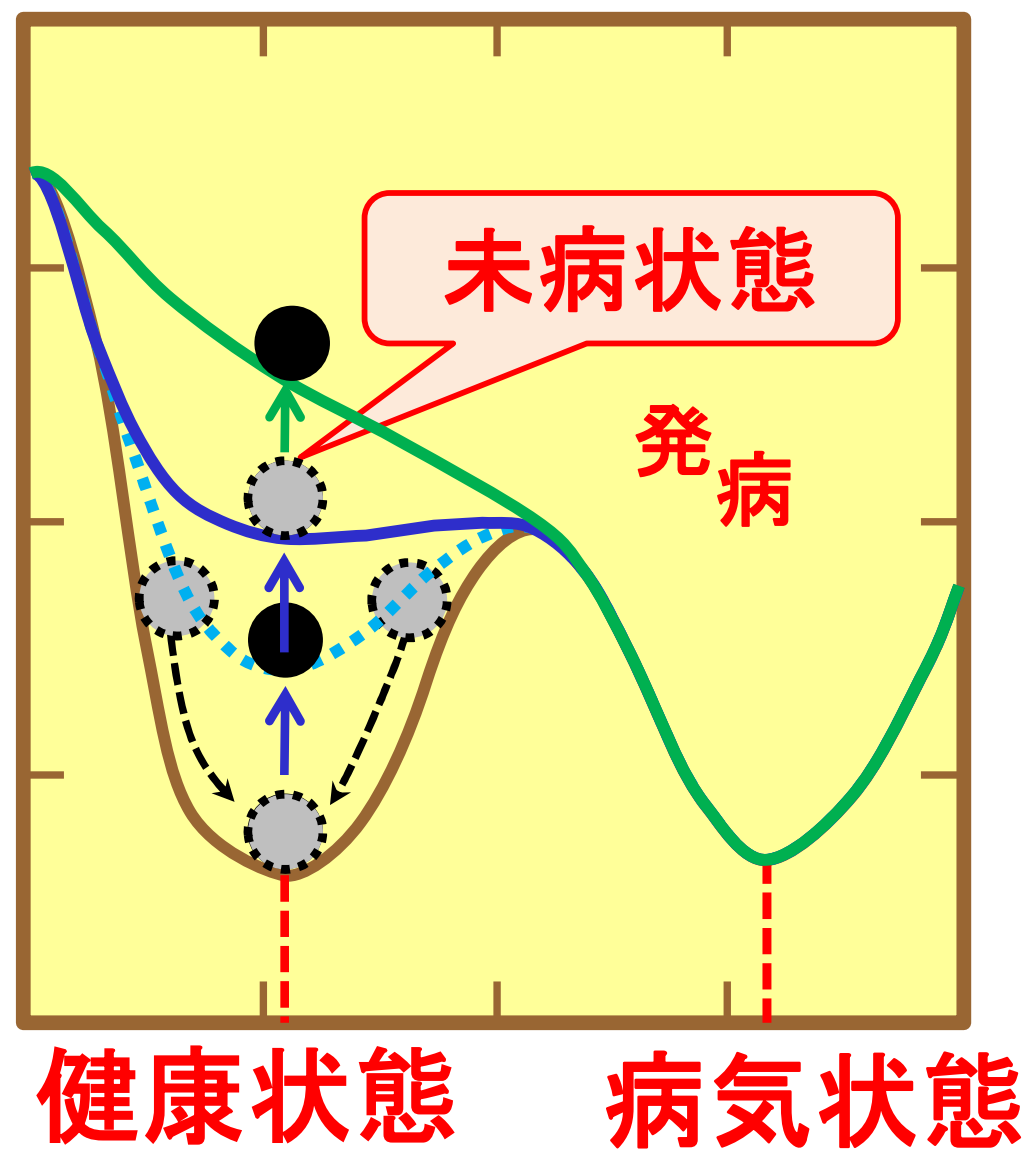
安定状態（アトラクタ）間の遷移（例：サンゴ礁の白化、交通渋滞）の予兆を
主として 1 変数の早期警戒信号で検出（M. Scheffer, Nature, 2009）

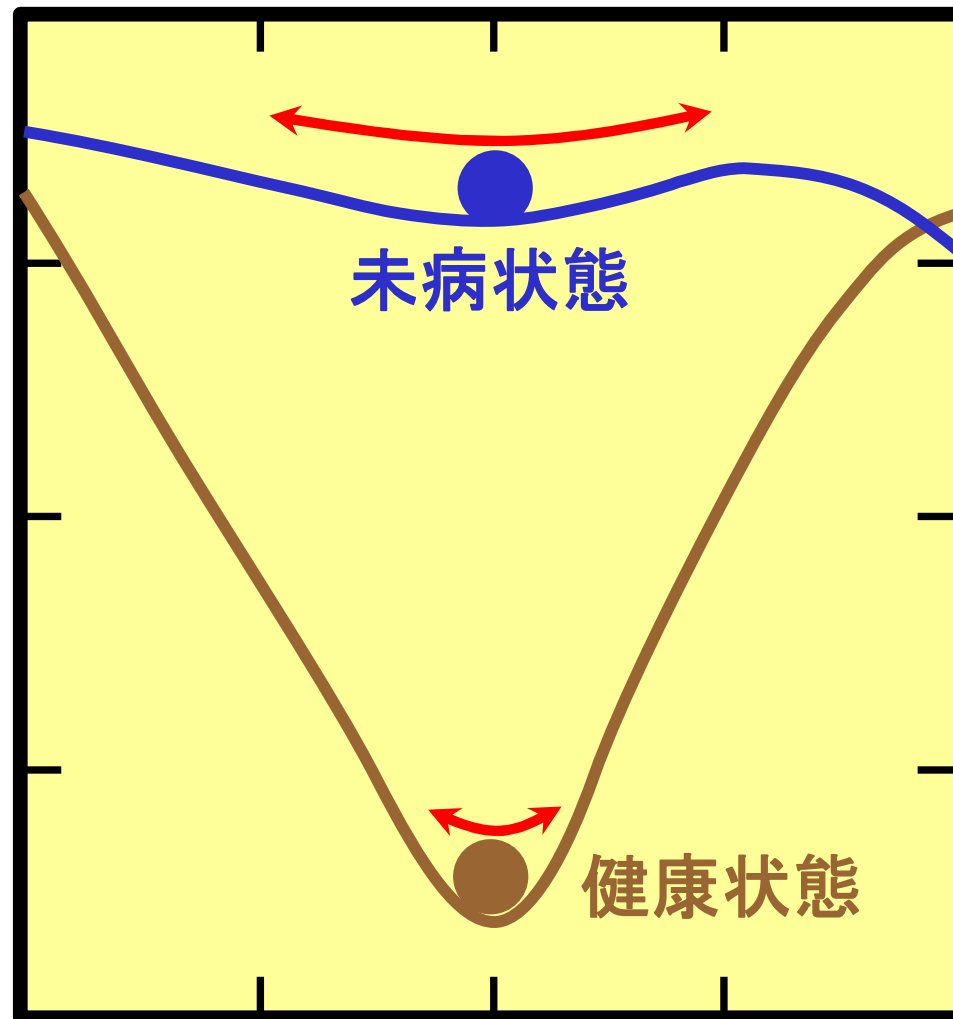


（Chen, Aihara et al., Scientific Reports, 2012 他 50 編以上;
合原他, 特許第5963198号, 第6198161号, 第6164678号）

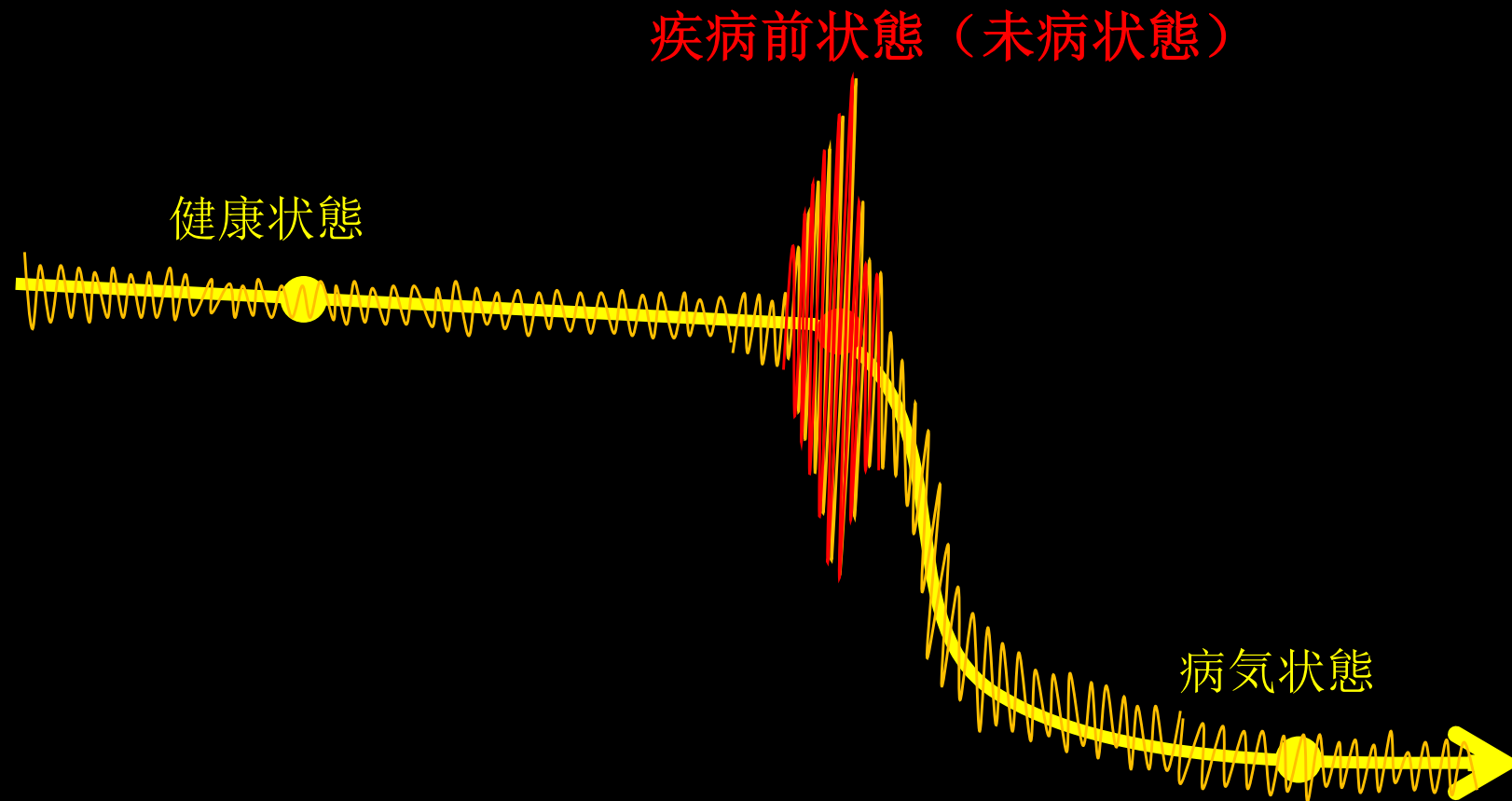
未病状態（健康状態から疾病状態への状態遷移前の状態）へ応用
早期警戒信号をネットワーク信号へ拡張







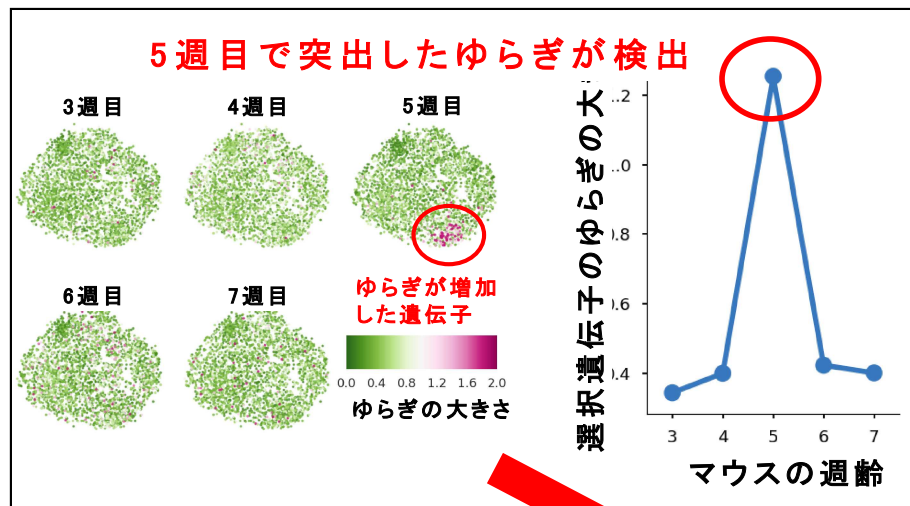
生体ネットワークゆらぎによる未病状態の検出



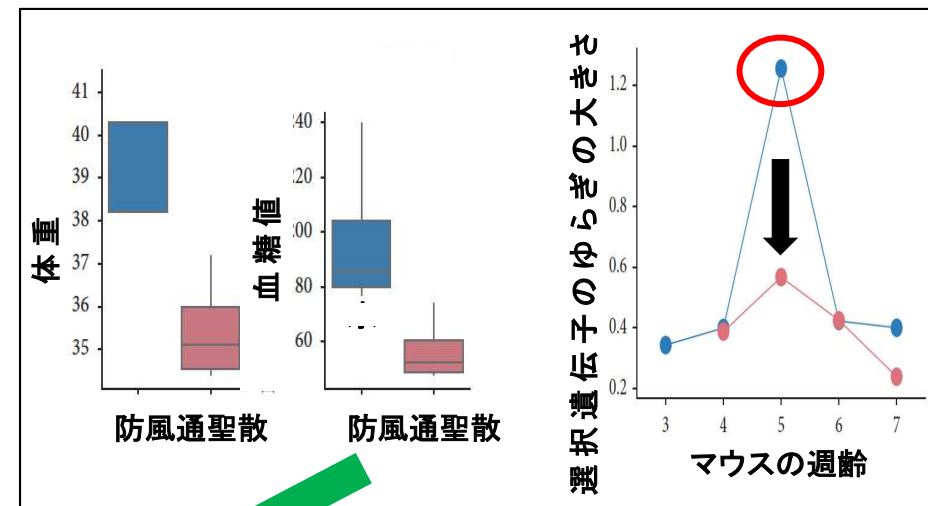
時間変化（病態悪化）→

メタボリックシンドロームの未病の検出と治療の可能性

未病の検出に成功



漢方薬による未病の改善が示唆



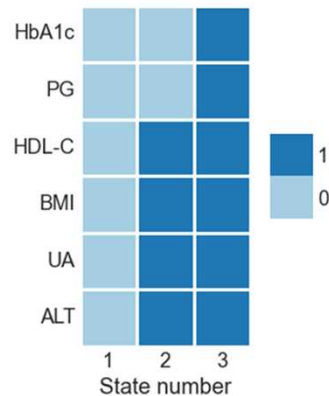
未病医療・未病創薬
の構築に向けて

K. Koizumi, et al., Scientific Reports,
Vol.9, Article No.8767, pp.1-11 (2019).

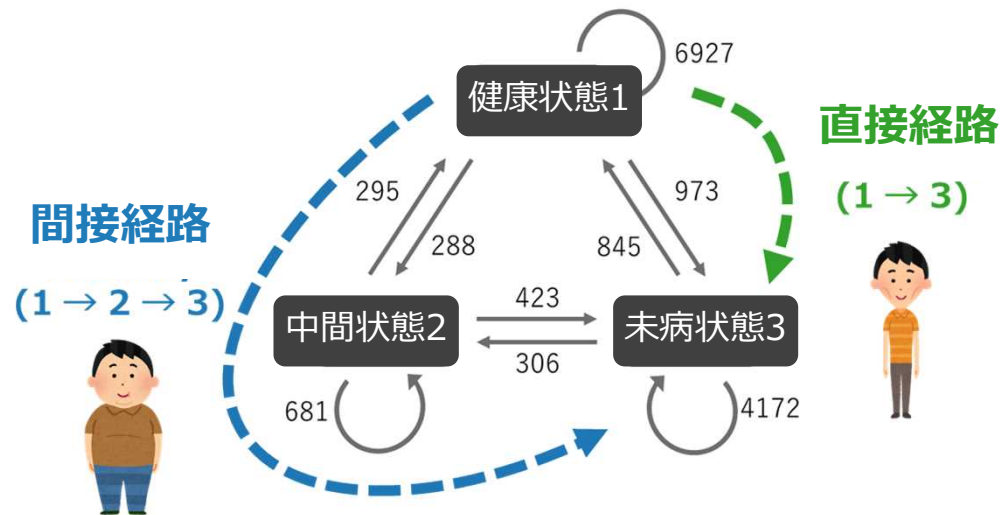
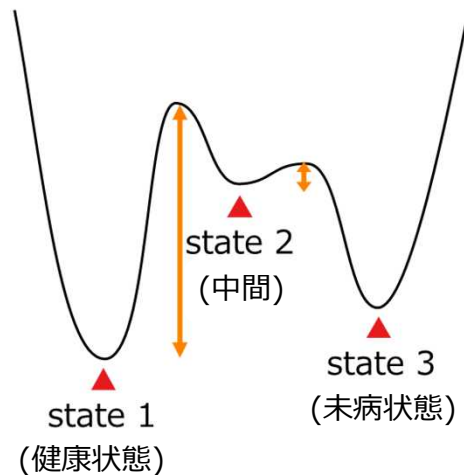
K. Koizumi, et al.. Evidence-Based
Complementary and Alternative Medicine,
Vol.2020, Article No.9129134, pp.1-9 (2020).

特定健診データのエネルギー地形解析

本研究では、多変量時系列データ解析手法の一つである **エネルギー地形解析 (ELA)** を富山県の **特定健診データ** (n=4,928) に適用し、**糖尿病の未病状態** へと至る複数の経路を明らかにした。

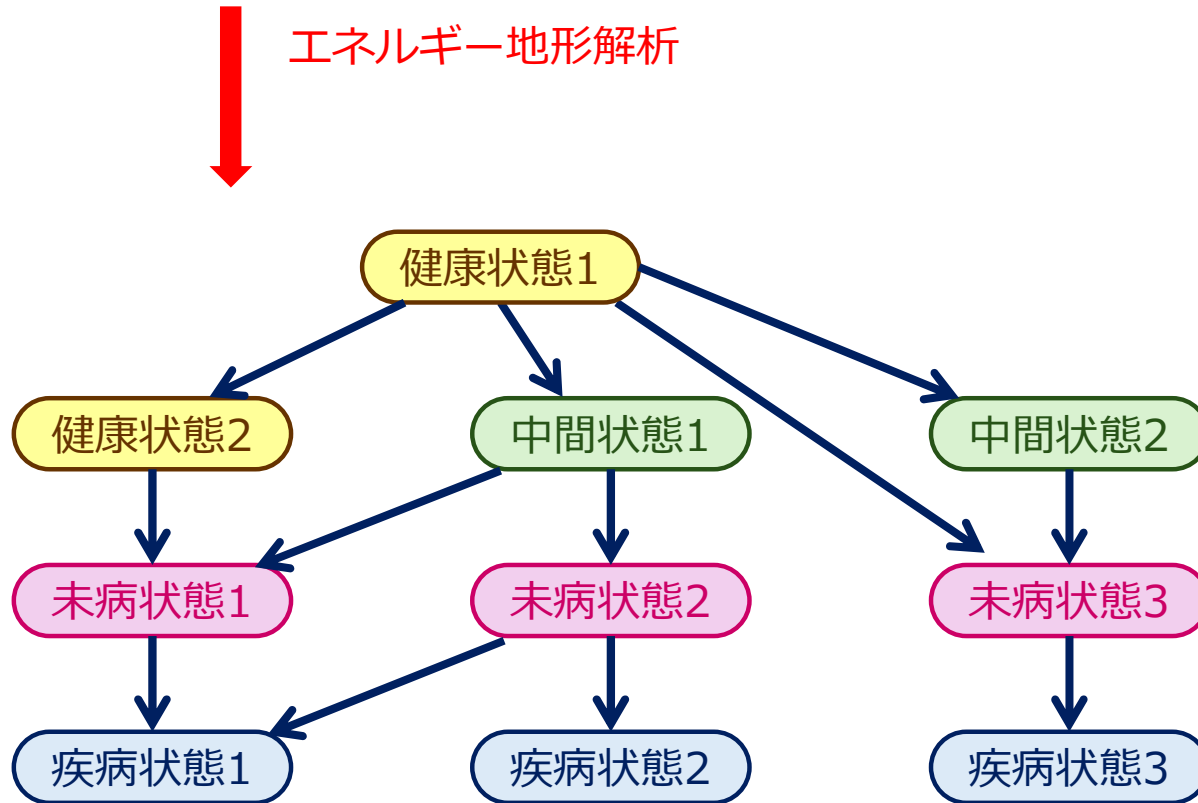


- 健康状態、中間状態、未病状態の **3つの安定状態** が見つかった。
- 状態遷移の回数を数えたところ、**2つの経路** が見つかった。
- 詳細な解析により、2つの経路は **肥満と非肥満** に関係することが明らかとなった。



未病データセット（ウェアラブル計測データ、健診データ、医療データ）

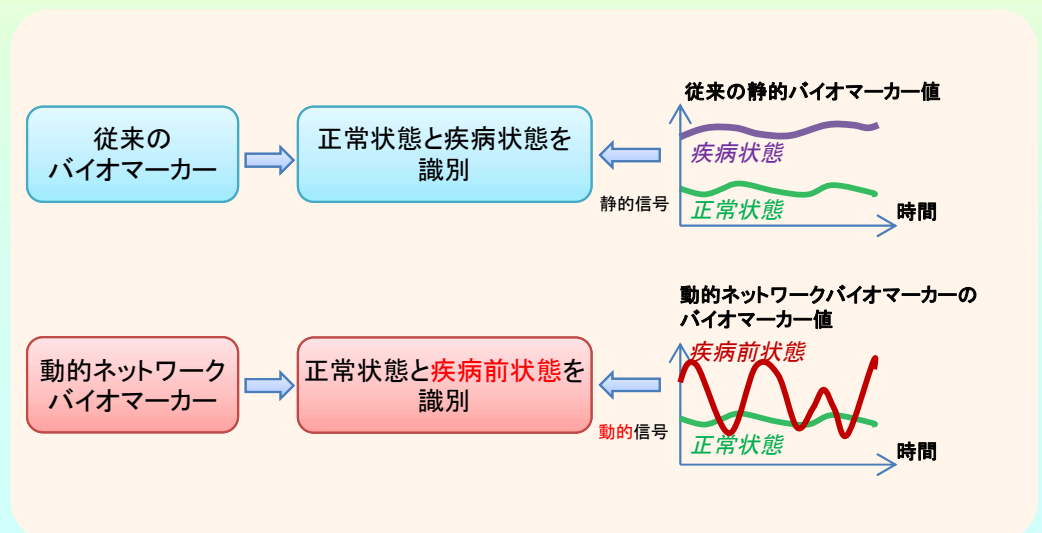
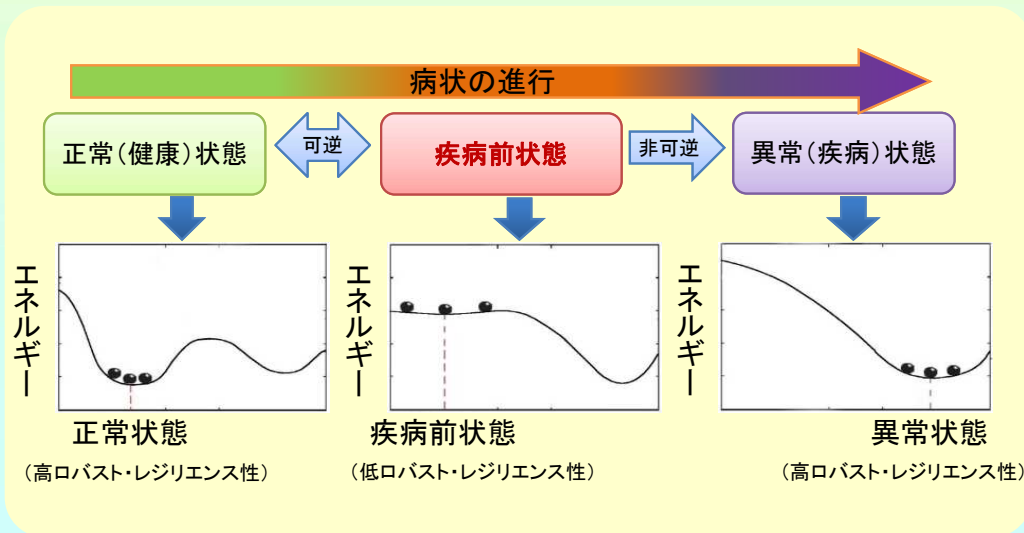
エネルギー地形解析



DNBから動的ネットワークマーカーDNMへ

従来の問題点: 単独バイオマーカーの限界,
病態悪化の予兆検出可能なバイオマーカーは未発見。

個々のバイオマーカーとしての性能はそれ程高くなくてもネットワークとしては極めて高機能で、様々の難病において病態悪化の予兆検出が可能な、全く新しいネットワークバイオマーカーの概念を提案した（特願2012-211921, 特願2012-233886; *Scientific Reports*, 2, 342, 2012; 2, 423, 2012）。



疾病のみならず、電力システムや高炉などの複雑工学システム、交通渋滞、経済データの不安定化、地震や感染爆発等の予兆検出へ応用可能。