

AMS Aihara Moonshot Project, JST NewsLetter

合原ムーンショットプロジェクト

複雑臓器制御系の数理的包括理解と
超早期精密医療への挑戦

プロジェクトマネージャー 合原 一幸 (東京大学・特別教授)

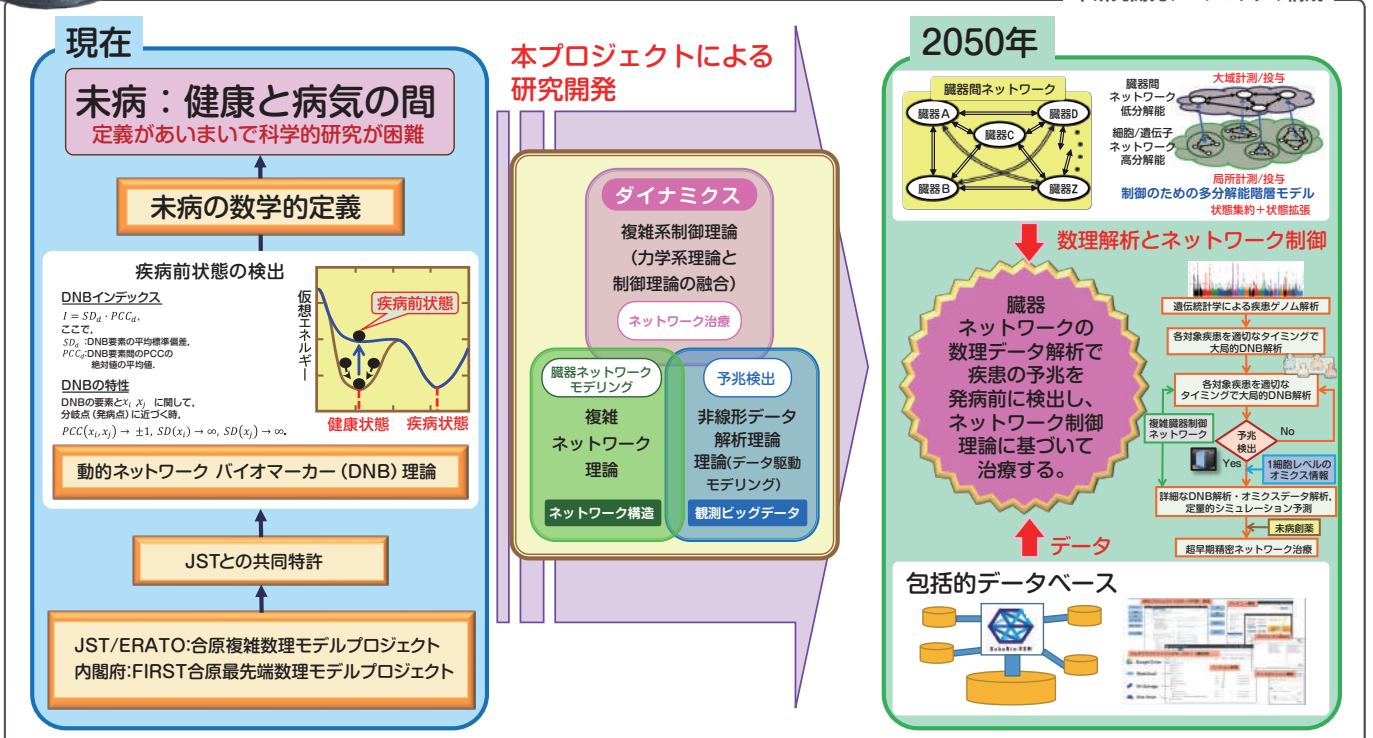
No.1

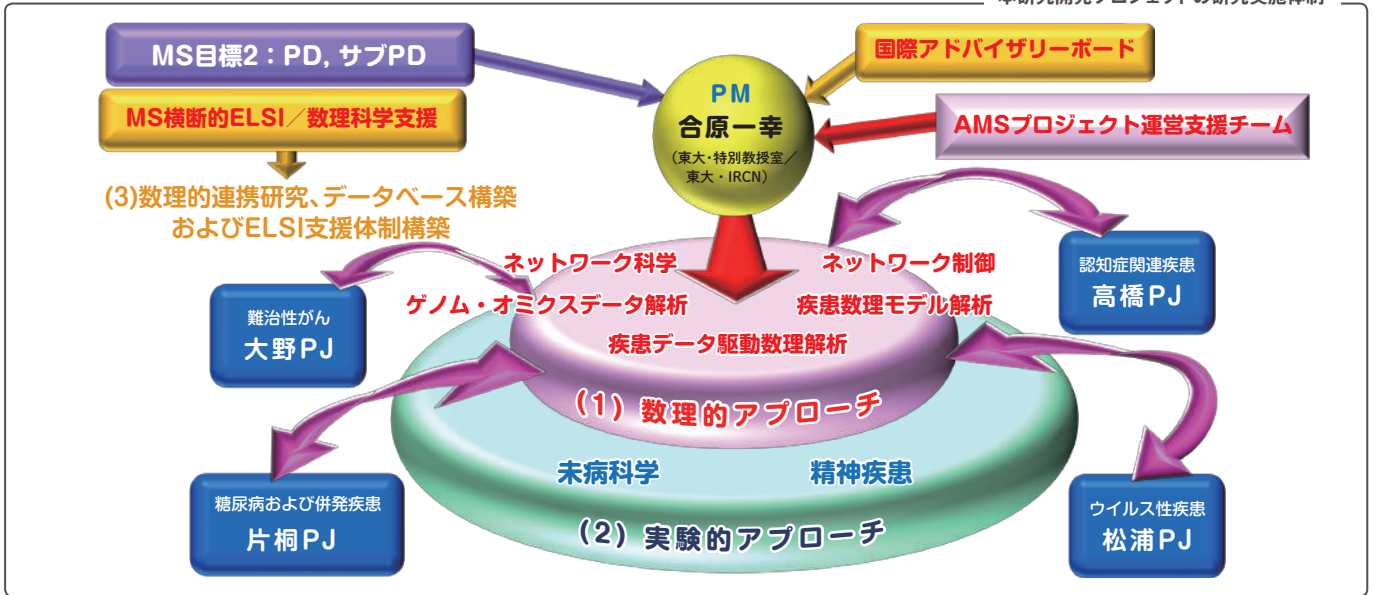
2021年7月

内閣府/JSTのムーンショット目標2(祖父江元PD)では、「2050年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現」することを目指しています。私たちのプロジェクトでは、「複雑臓器制御系の数理的包括理解と超早期精密医療への挑戦」をテーマに、研究を開始しました。ニュースレターの初回は、このプロジェクトの概要をご紹介します。

本研究開発プロジェクトは、ムーンショット目標2の研究開発プログラム計画全体の数理研究の核として、複雑臓器制御系の数理的包括理解を実現するための数理データ解析や数理モデル解析などの数理科学的・理工学的研究を、MS目標2の各プロジェクトの数理研究者とも連携しながら、目標2を横断する数理研究プロジェクトとして推進します。また、未病科学研究や精神疾患に関する生物実験データやヒトデータを用いて、本研究開発プロジェクトで開発する数理解析手法の有効性を検証しながら修正・改良して方法論として完成するとともに、その結果をもとにして超早期精密医療およびその社会実装への道筋を探索します。さらに、MS目標2の他の4つの疾患中心の研究開発プロジェクトと緊密に連携して、各々のプロジェクトで得られる難治性がん、糖尿病および併発疾患、認知症関連疾患、ウイルス感染症などの実験データや臨床データの数理解析、それらを基にしたデータベース構築、さらには関連するELSI課題対応の支援を横断的に行います。他方で研究のみではなく、MS目標2の5つの研究開発プロジェクトを横断して実験研究者・臨床研究者に対する数理解析手法の教育活動や共同数理解析などを行うことによって、医学と数理の両分野を理解して異分野融合研究を推進することが出来る若手人材を育成し、本研究開発プログラムの2030年以降の継続的發展を促進するための人材的基盤をも構築します。これらの研究・教育活動により、2050年には、臓器間ネットワークを複雑臓器制御系として数理的に包括理解し、その成果を超早期精密医療へ応用し実践することで、疾患の超早期予測・予防システムが完備された社会を実現するための社会実装を目指しています。

本研究開発プロジェクトの構成





本研究開発プロジェクトは以下の3つの研究開発項目から構成されています。

研究開発項目1 「複雑臓器制御系への数理的アプローチ」:

研究開発 疾病予兆検出におけるDNB解析理論と臓器間相互作用における因果解析理論の研究開発

課題1 疾病の予兆を検出するDNB理論および多臓器間相互作用を解析して有向ネットワークを抽出する因果解析理論などを構築・拡張・改良します。

研究開発 臓器間ネットワークのレジリエンス、頑強性、破綻連鎖動態の理論とデータ解析手法の研究開発

課題2 複雑ネットワーク理論の観点から、各臓器のダイナミクスやデータの多様性・不完全性を考慮しながら、複雑臓器間ネットワークの相互連関グラフ構造のレジリエンス性、頑強性、破綻連鎖動態等の本質的性質を抽出して、その基礎理論、数値シミュレーション技法、実データ解析手法(ネットワーク数理モデルのデータからの推定、エネルギー地形解析の改良、介入の効果の推定など)を開発します。

研究開発 臓器間ネットワークの計測と治療のための観測・制御理論の構築

課題3 臓器間ネットワークの計測と治療を階層ネットワークの観測問題と制御問題としてとらえ、制御のための階層モデリング、ネットワーク可観測・可制御性解析、ロバスト状態遷移に必要な階層レギュレーション(データ駆動の積分型階層フィードバック制御)理論など、臓器間ネットワーク計測・治療のための階層ネットワーク制御(ネットワーク治療)理論を構築します。

研究開発 数理モデル型およびデータ駆動型の定量的データ解析アプローチの構築

課題4 複雑臓器制御系の病態予測や治療提案を行うための数理モデル化と定量的シミュレーション技術を開発します。特に、数理モデル型およびデータ駆動型の双方の定量的データ解析アプローチを駆使して、様々な疾病の数理解析を推進します。

研究開発 遺伝統計学的情報解析と包括的データの蓄積

課題5 既存データベース、さらには本研究開発プロジェクトおよび目標2の他の4つの実験主体の研究開発プロジェクトで得られるデータを駆使して、遺伝統計学や人工知能を活用したゲノム・オミクスデータ解析を実施し、包括的データを蓄積します。

研究開発項目2 「複雑臓器制御系への実験的アプローチ」:

研究開発 複雑臓器制御系の未病科学的研究

課題1 超早期精密医療と密接に関係する未病の科学的研究に取り組み、本研究開発プロジェクトのエッセンスを抽出した広範囲の実験・臨床研究を先導して、将来の社会実装の基盤を構築します。

研究開発 数理解析手法の精神疾患への応用研究

課題2 精神疾患を対象として、超早期精密医療のための研究を行います。特に、統合失調症、自閉症などの精神疾患に関してヒトデータ等を集集し、研究開発項目1および研究開発項目2の研究開発課題1と協力して数理解析することにより、精神疾患の超早期精密医療の可能性を検討します。

研究開発項目3 「数理的連携研究、データベース構築およびELSI支援体制構築」:

研究開発 MS目標2の他のプロジェクトとの数理的連携研究および包括的データベース構築

課題1 MS目標2の他の4つの疾患中心の研究開発プロジェクトと緊密に連携して、難治性がん、糖尿病および併発疾患、認知症関連疾患、ウイルス感染症などの実験データや臨床データの横断的な数理解析を行うことにより本研究開発プロジェクト全体の数理解析成果とデータをとりまとめて、複雑臓器制御系の包括的データベースを構築し社会に広く公開します。

研究開発 MS目標2の包括データベース構築、数理解析および連携研究に伴う倫理的、法的、社会的課題への対応

課題2 MS目標2におけるデータベース構築および数理的連携解析にあたり生じうるELSI課題に対して、倫理指針、関連法等の規制要件を踏まえ、関連する研究者との緊密な連携のもとで具体的な対応策を定め、対応実践の支援を行います。対応にあたってはPD、PMおよび他の研究開発プロジェクト内の研究者と連携をはかり、MS目標2横断的なELSI課題への対応策構築と対応実践の支援を行います。