



ムーンショットプログラム
目標2プログラムディレクター
祖父江 元
令和6年3月23日（土）

日本科学未来館
未来館ホール

未病段階の超早期予測と予防

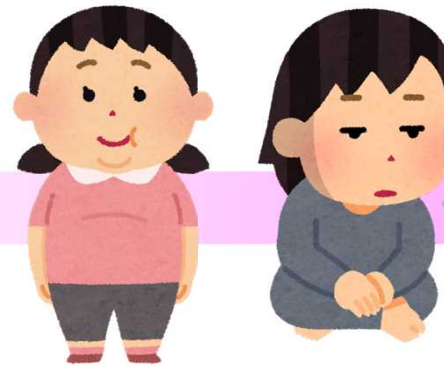
人生100歳時代の健康寿命延伸の設計

従来の医療

健康



未病



後戻りできる未病段階の
超早期予測と予防

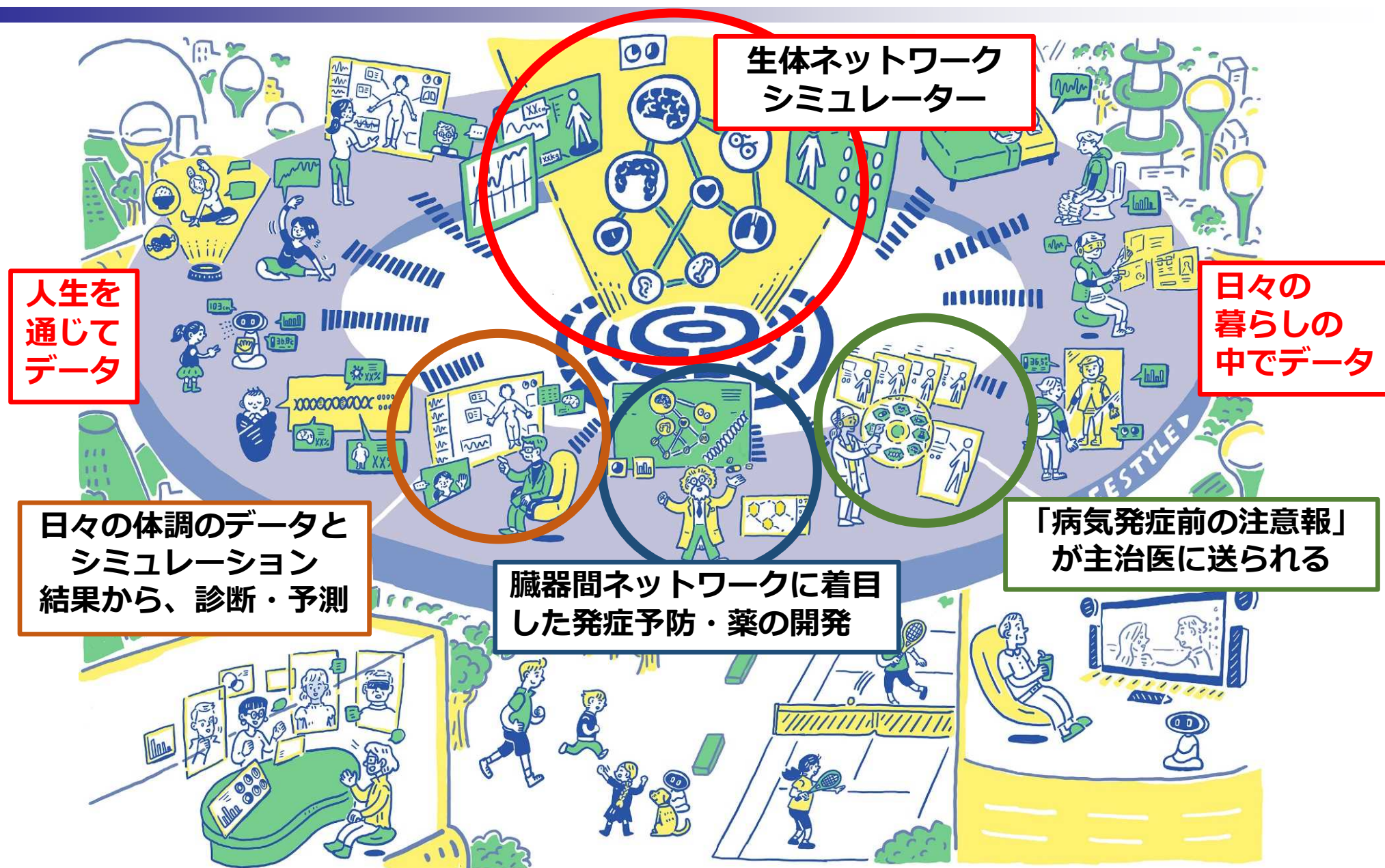
病気の発症後に治療



ウェルビーイングの増進

- 健康寿命の延伸
- 医療コストの低減

目指す社会像「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」



人生を通じて、日々の暮らしの中で得られるデータから、疾患発症前に予測・予防ができる社会

課題克服の手がかり

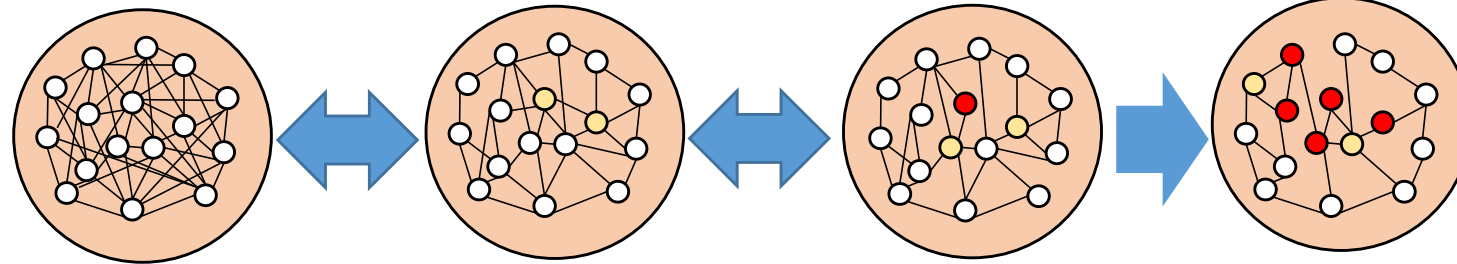
がん、認知症、糖尿病などの生活習慣・加齢に伴う疾患の

未病の解明は、未解決（模式図）

おそらくリバーシブル可能なフェーズがある＝未病？

がん

今までの医学は
発症後に
治療対応



健常

前がん状態 (未病)
ネットワークの変化

がん化超早期
ネットワークの変化

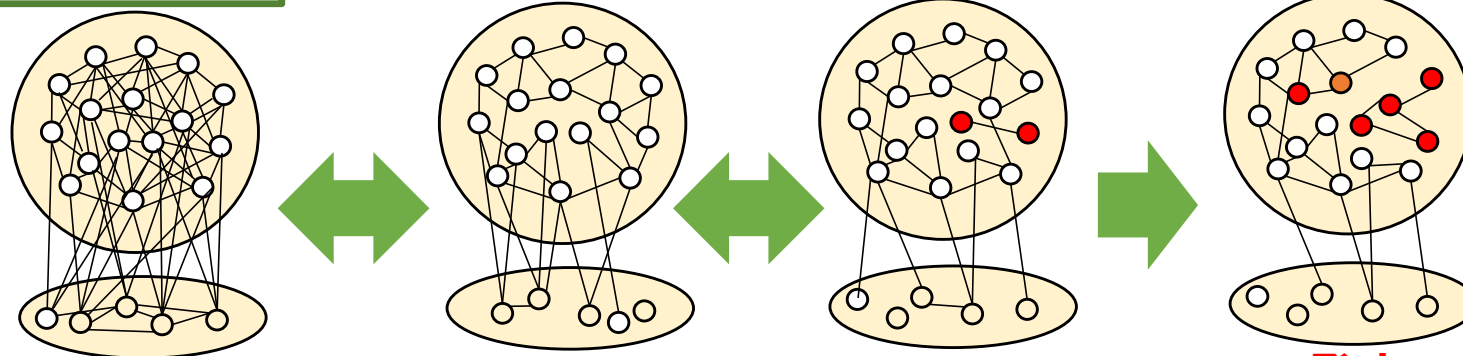
発症
がん進展・
ネットワーク
破綻

認知症・糖尿病・
ウイルス感染

未病・超早期把握のための
ネットワーク(臓器間, 細胞間, 分子間)変化把握

未解明

発症前の
未病期の
ネットワーク
変異などの把握



健常

前変性・前駆状態 (未病)
ネットワーク変化

超早期
ネットワーク変化

発症
ネットワーク破綻

未病期での
介入
予防の開発

未病・超早期把握のための
ネットワーク(臓器間, 細胞間, 分子間)変化把握

30歳

40歳

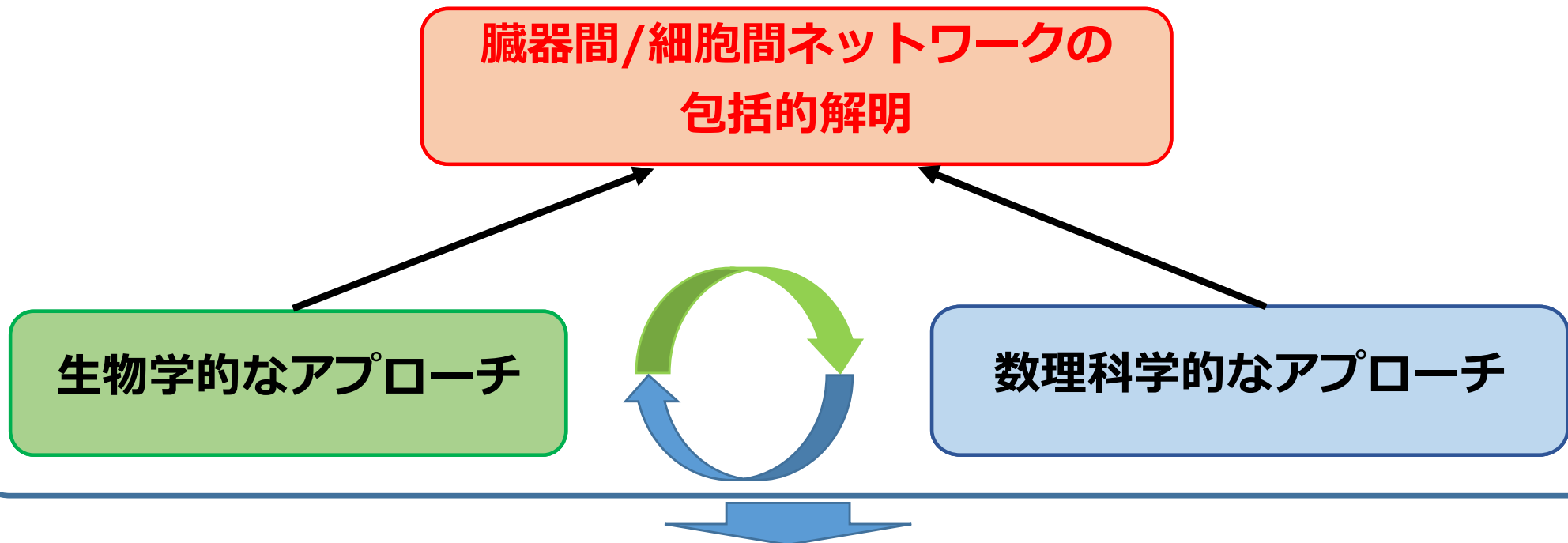
50歳

60歳

生物学的アプローチと数理学的アプローチの統合

複雑な生命現象の理解のためには、**時空間的な計測情報等を統合的に解析・分析**することが必要。そのため、生物学的なアプローチとともに、AI 技術をはじめ、現代数学を含めた**数理科学的手法を効率的かつ効果的に導入することが重要。**

本目標では、生物学的アプローチと数理学的アプローチを
統合的に推進することを重要なポイントとしている



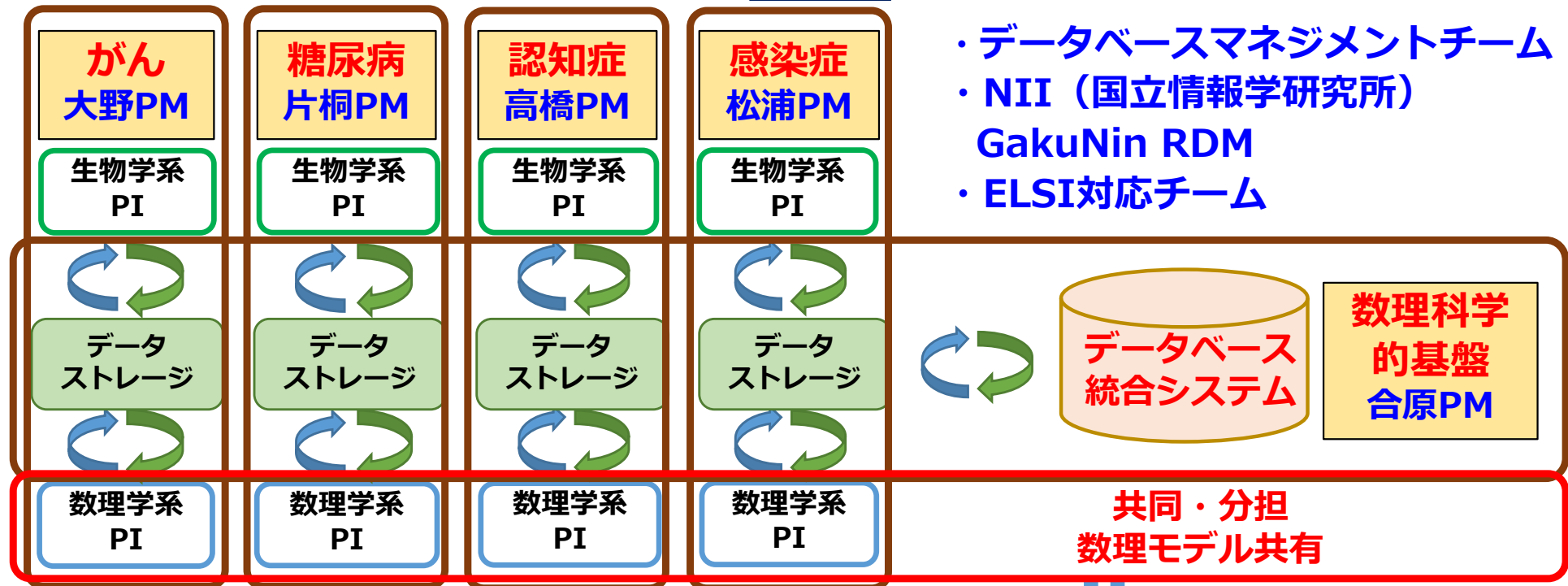
統合解析のために大規模、経時的に取得された未病データセットが必要

アンメットニーズの高い4疾患、バイオと数理科学の融合プロジェクト

超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会の実現

未病ネットワーク（臓器間、細胞間、分子間）を包括的に解明、シミュレーション

プロジェクト毎の個別の研究推進



包括的データベース構築 統合データによる解析を行う

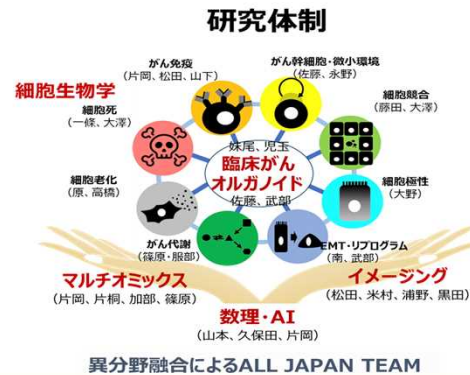
合原Gは、各グループを数理的にサポートするとともに、メタボリック症候群、がん、精神疾患にも対応

各プロジェクトの概要

大野がんPJ



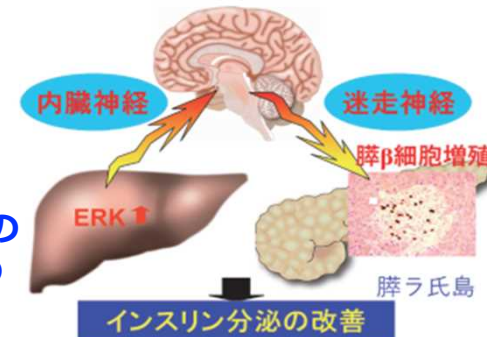
膵がんの
未病マーカー
の探索・介入



片桐糖尿病PJ



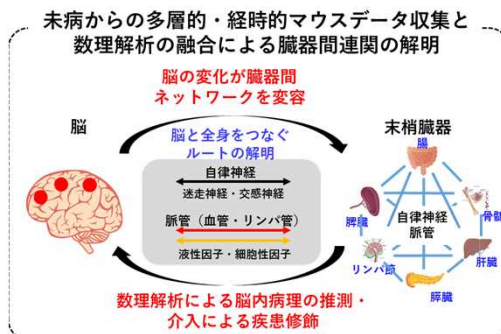
糖尿病-多疾患の
未病マーカーの
探索と介入



高橋認知症PJ



認知症の
未病マーカーの
探索・介入



松浦感染症PJ



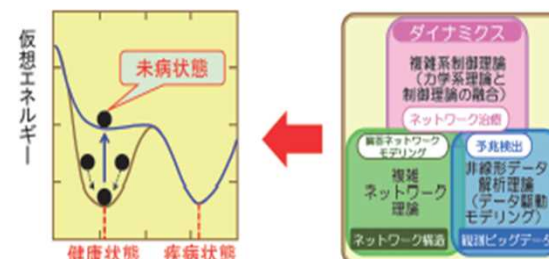
ウイルス感染症の
発症・重症化因子
の探索・介入



合原数理PJ

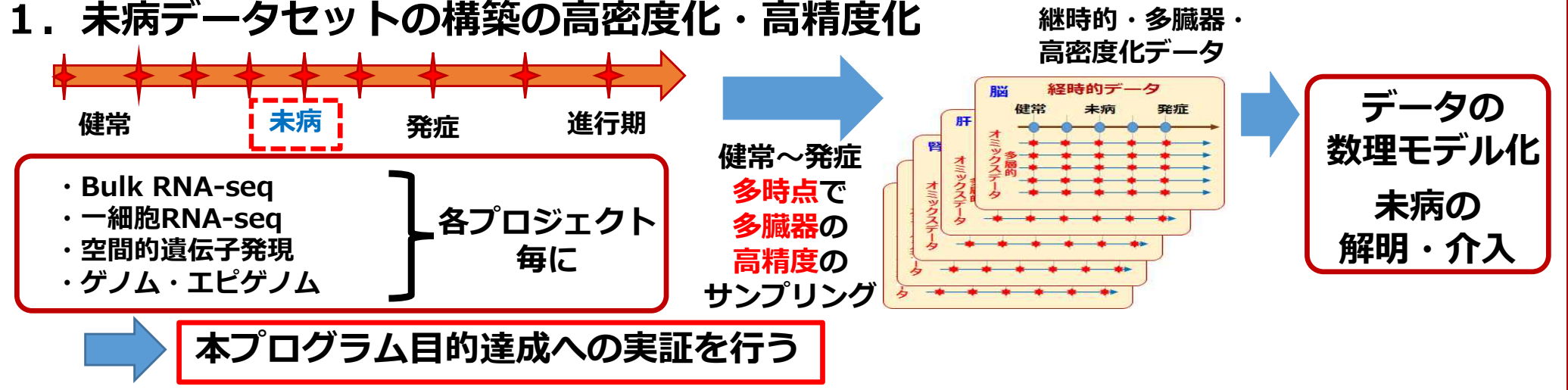


未病の数理解析法
開発と疾患への応用



大規模未病データセットとデータベースの構築

1. 未病データセットの構築の高密度化・高精度化



2. 大規模データベースの構築

ムーンショット目標2の研究者間の共同統合解析、数理モデル化



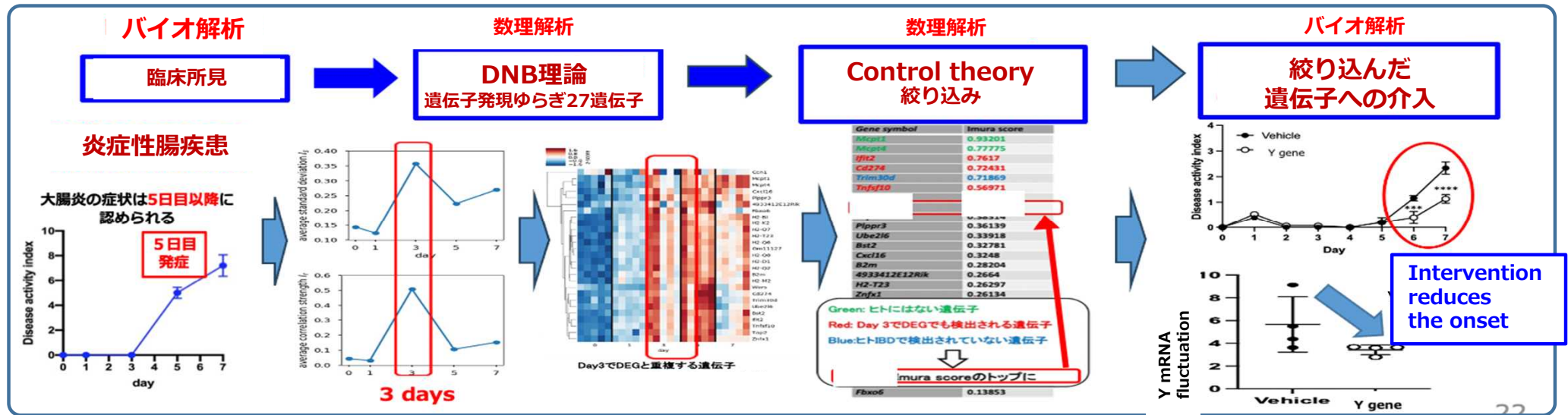
さらに
10年後
には！

未病の形が明らかになり、介入予防の方策が明らかになる。
ヒトでの未病の形が明らかになる。未病のメカニズムが明らかになる
国内外で利用可能な世界的にユニークな未病データベースが構築される

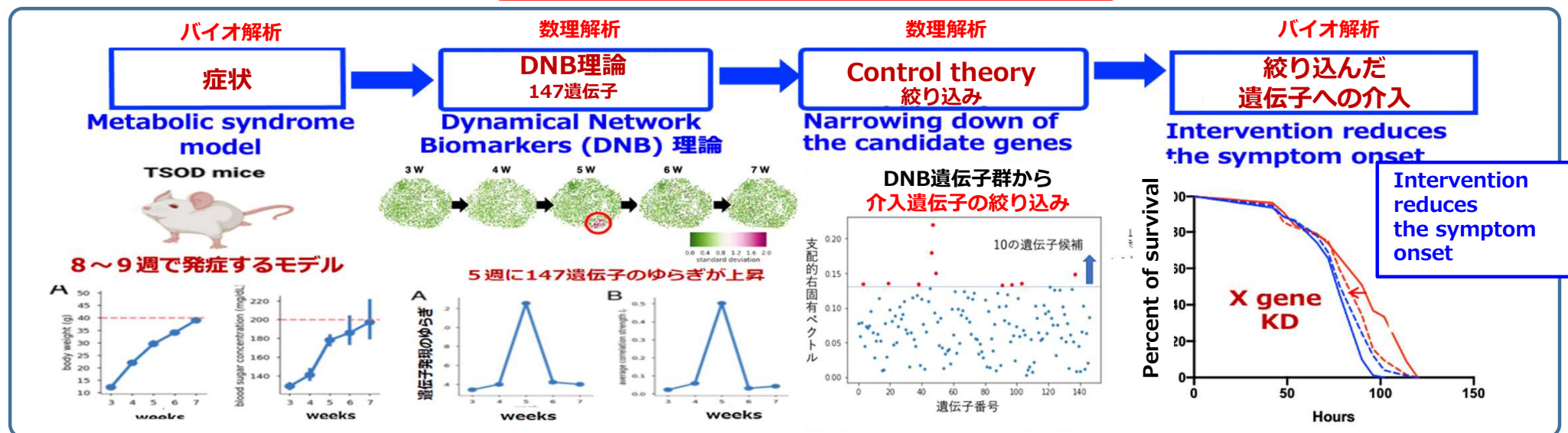
DNB数理理論により未病マーカーを見出し、 それに介入することにより発症を抑制した成功例（合原G）

数理とバイオの協働で超早期（未病）の標的を同定し介入により発症が抑制された例

炎症性腸疾患マウスモデル



メタボリック症候群マウスモデル



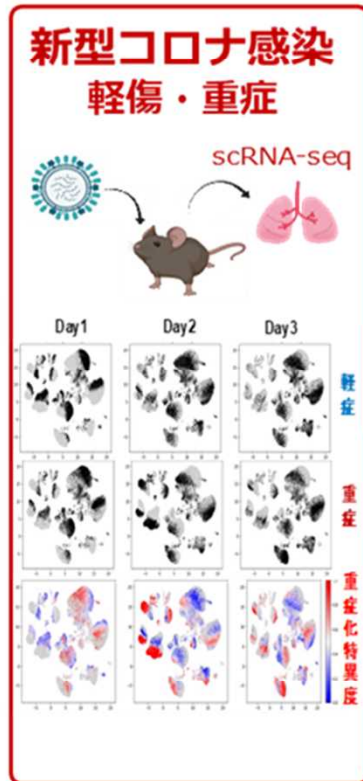
新型コロナウイルス感染重症化因子の深層生成理論による同定とその介入による重症化予防例（松浦G）

数理とバイオの協働で超早期(未病)の標的を同定し介入により疾患発症(重症化)が抑制された例

新型コロナウイルス感染症

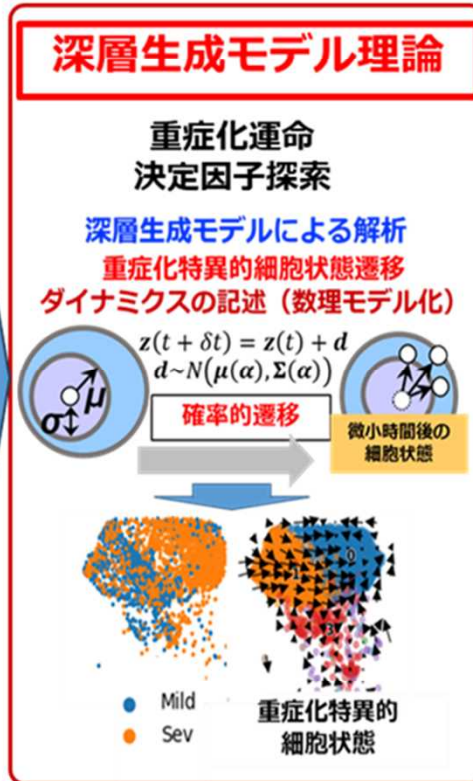
バイオ解析

臨床所見
重症・軽症



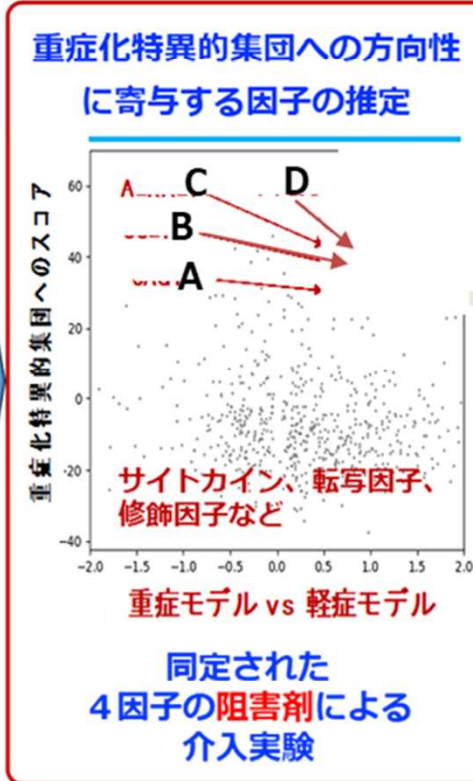
数理解析

深層生成
モデル



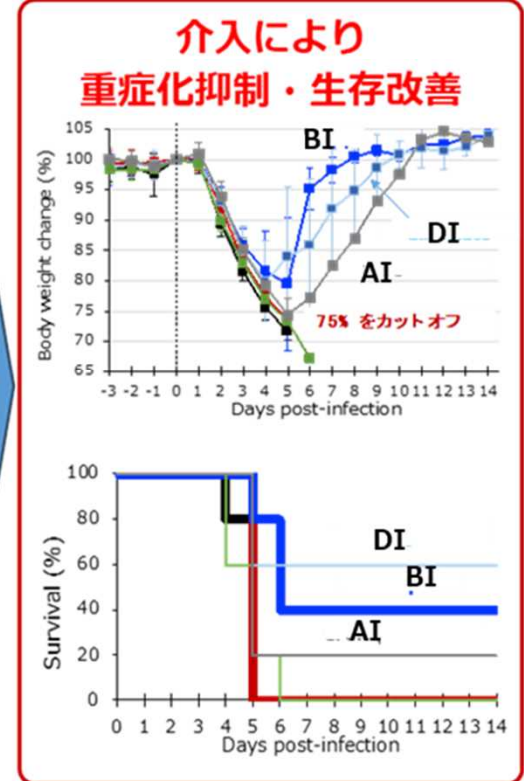
数理解析

候補遺伝子の
絞り込み



バイオ解析

絞り込んだ
遺伝子への介入



運命(重症化)決定因子に介入して重症化抑制 → POC獲得→各種ウイルス感染モデルに展開

発症前の予兆(未病状態)の臓器間での伝搬 (合原G、高橋G、片桐G、松浦G)

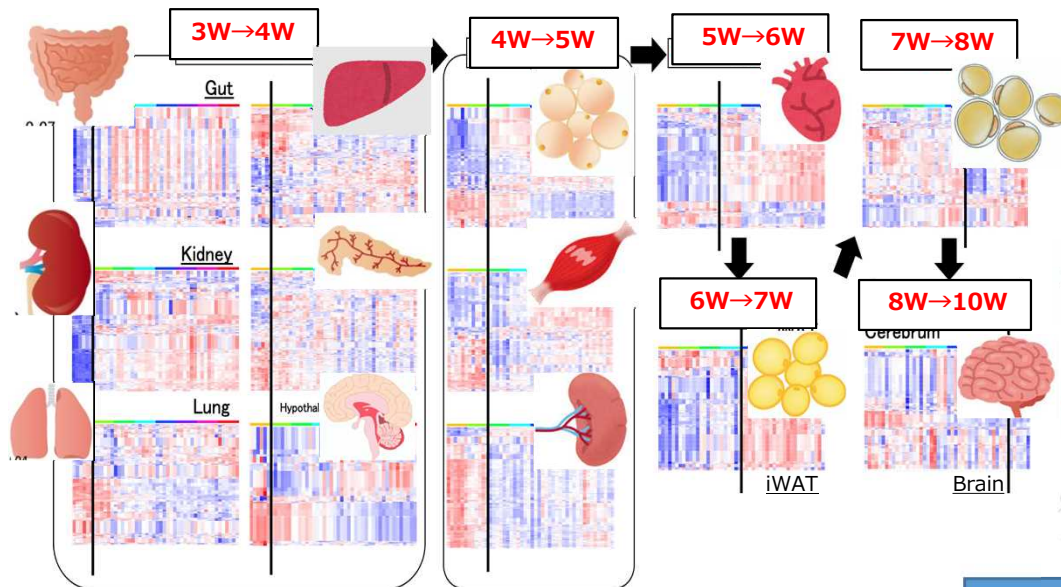
疾患発症前の多臓器間ネットワークを介した予兆の伝搬



メタボリックシンドロームモデルマウス

各臓器の遺伝子発現の予兆変化は

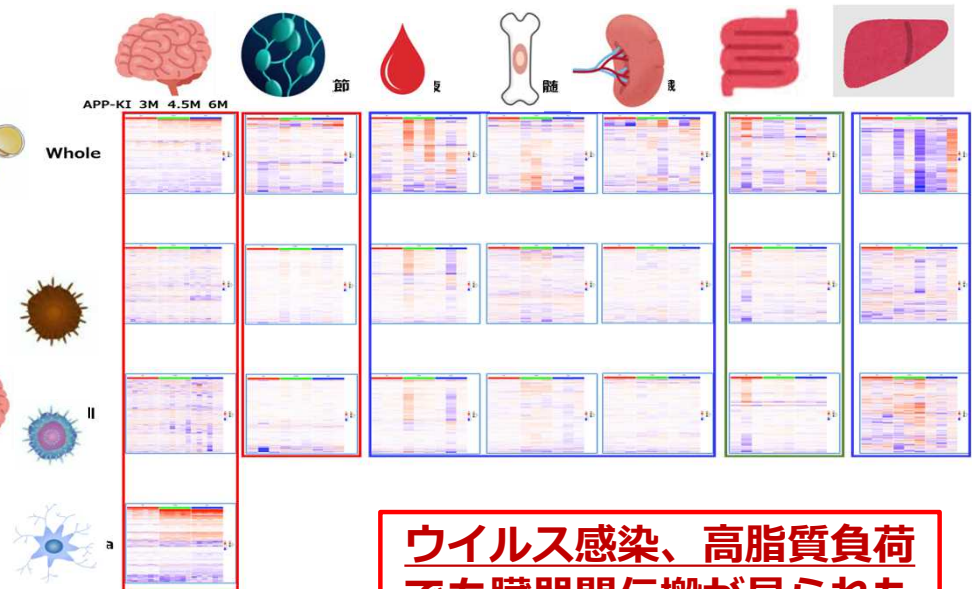
腸, 肝臓, 腎臓, 膵臓, 肺, 視床下部(3→4W)から始まり、
脂肪組織(4→5W)、最後に大脳 (9→10W) へと伝播



アルツハイマーマウスモデル

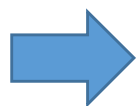
各臓器の遺伝子発現の予兆変化は

小腸 (3M)、血液・骨髄・肝臓(4.5M)、
脳 (6M)へと伝播



ウイルス感染、高脂質負荷
でも臓器間伝搬が見られた

発症前に臓器間ネットワーク (遺伝子発現変化) の伝播が起こる
→超早期の臓器特有の変化を予兆として捉えられる可能性



今後のヒトへの展開・さらなる実装化に向けて