

ワンヘルスの実現に向けた生命科学研究のサステナブル循環システムの構築

① ビジョンの概要

生体解析と DX 技術を統合し、全ての生物の健康・活動状態と、それが地球・宇宙環境に及ぼす影響との円環を予測し、ワンヘルスの実現を目指す。今後 10 年間でバーチャル生物や生体・疾患シミュレータを構築し、課題発掘～予測・実証～社会還元フローを効率的かつ持続的に循環させる。このデジタルツインに基づく共創循環型研究教育プラットフォームは、文理融合、産官学連携・国際連携の推進、人材涵養にも貢献する。

② ビジョンの内容

30 年後の未来社会は、環境や生体に異次元の攪乱を与え、未知の重大疾患を誘引しうる。この予測不能な危機的課題へ柔軟に対応するには、ヒトに限らず全ての生物の保護・健康と地球・宇宙環境の健全を一体として捉えて実現する「ワンヘルス」の学理が必要である。そこで、先進技術を駆使して分子から個体・集団までの計測・分析を実施し、その結果に基づいてバーチャル生物や生体・疾患シミュレータを構築し、これらを基盤に生物と環境との相互作用や環境の状態を予測する技術へと発展させ、22 世紀を見越した持続可能な社会環境基盤を創る。生物およびその環境との相互作用に関する実験結果と、

生物から地球・宇宙環境までのあらゆる情報を包有するデータサイエンスを、量子コンピュータなどで統合し、限りなく生体に近く、かつ予測不能な外乱を評価できるバーチャル生物やヒトの生体・疾患シミュレータを構築する。このデジタルツインに基づく超統合的サイエンスは、全生物の健康と、地球・宇宙環境の健全な状態を理解すると共に、工学技術の発展や宇宙進出の影で起こりうる環境ストレスやヒトを含む生態系の揺らぎ、生体恒常性の破綻（未病）を予測する。バーチャル生物を活用して、イノベーションの創出を目指す産学連携を推進すると共に、知を継承するための共創循環型の人材育成、ひいては世界をリードする科学者の涵養に貢献する。日本生理学会、日本解剖学会、日本薬理学会が協働して生体の仕組みや疾患・病態の機構を解明し、全ての生物の保護・健康や地球・宇宙環境の保全へと異分野融合を展開することで、ワンヘルスの実現に向けた生命科学研究の循環システムを構築する。本提案は、領域横断的に科学的データ収集の学際的インフラ整備を提案するとともに他の国内外の学会や企業などとの有機的な連携・融合を推進する。

③ 学術研究構想の名称

ワンヘルスの実現に向けた生命科学研究のサステナブル循環システムの構築

④ 学術研究構想の概要

ワンヘルスを実現させるためには、既に動いている「バーチャルヒューマン」や「ヒューマンメタバース」と連携しうる「生体シミュレータ」を基盤に、ヒト以外のあらゆる生物の生理現象や環境応答・適応を細胞レベルから個体・集団レベルに至るまで丸ごと再現できる「バーチャル生物」へと展開させる必要がある。そのため、①クライオ電顕から生体分子・葉間相互作用を読み解くインターラクトーム解析や生物の臓器連関を模倣する臓器チップなど、生体システムの各階層をシームレスに繋ぐための最先端計測技術や情報解析技術の深化、②個々の解析データを統合した「生体シミュレータ」や「バーチャル生物」の作製、③それらの利活用による医療基盤技術の開発、を推進し、10 年間でヒトに限りなく近いモデルやデータベースを集約した研究基盤設備を構築する。このデジタルツインを基盤に、生物個体レベルのフィジオーム解析や、ヒトやヒト以外の動物間の相互作用（個体間インタラクトームやポピュレーション）解析、さらには環境因子（植物、細菌・ウイルス、化学物質など）の複合曝露や宇宙での生活による影響（エクスポソーム解析）、生物が地球・宇宙環境に及ぼす影響の解析へと研究・教育領域の裾野を広げ、国際連携のもと、課題発掘～予測・実証～社会還元フローを良循環できる共創型の研究教育プラットフォームを構築する。

⑤ 学術的な意義

【提案の背景】新興感染症に限らず、テクノロジー発展の裏側で、想定外の環境変化や生態系攪乱は容易に



図1 本事業の概略

起こりうる。こうした諸々の課題を克服するためには、「ワンヘルス」の実現が必要である。異分野融合や産学連携、実用化が強く求められる中、基礎医歯薬学・獣医学の研究と教育を推進し、知を継承・発展していくためには、ワンヘルスを見据えた基礎研究と応用との循環ループを効率よく回すシステムを確立し、22世紀に向けて持続可能な社会環境基盤を創る必要がある。

【学術的重要性】本提案は、現在進行中の大型プロジェクトや大規模設備との連携・発展を見据えた取組である。ヒューマン・マシン・インターフェース(HMI)や分子・細胞・組織／臓器・個体の各階層におけるインタラクトーム解析、多臓器円環(連関)解析などは、生体恒常性を理解し、医療に貢献する意味で重要である。さらに30年後を見据えて、ヒトに影響しうる動物や植物、細菌やウイルスなど、あらゆる環境因子との相互作用を網羅的に解析し、全ての情報を統合したシミュレータを構築する必要がある。バーチャルヒューマンを基盤に、様々な生物へと研究ネットワークを広げることで、未知の疾患に対しても予防・治療する戦略を迅速に提案し、適応することが可能となる。

【期待されるブレークスルーと研究成果及び様々な効果とそれらの意義】ワンヘルスの実現を目指した研究ネットワークを構築することで、以下のような研究成果の創出や伝統知を継承する人材育成が期待できる。HMIの利活用：ユビキタスセンサー等を活用して全ての生物の機能および環境変化に対して生物が受ける負荷の計測は、医療、多臓器円環の包括的理解、環境科学・疫学・社会科学分野との国際連携強化に貢献する。生物・疾患マップの構築とその応用：本ビッグデータの共有化は研究・教育の両面の効率化と深化に役立つ。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

欧米はヒト大規模データを収集し Adverse Outcome Pathway に基づくリスク評価を展開しているが、日本は緻密な計測・解析技術を要する実験データに優位であり、研究者が連携することで、世界をリードする独創的なデータベースの構築が可能となる。ヒトの病態・疾患発症の後天的要因については、エクスポソームという概念が提唱され、欧米諸国を中心に大規模なデータ取得が進められているが、学問としては未確立である。日本から国際的に共有可能な標準データや予測モデルを提供し、ワンヘルスの視点で世界に貢献する。

⑦ 社会的価値

ヒトとヒト、生物と生物との相互作用の理解により、生物間の感覚シェアリングが可能となる社会の到来が期待でき、人類の価値観・考え方・創造性に大きな変革を生み出すことの知的価値は極めて大きい。また、全ての生物の保護と健康、さらには健全な地球・宇宙環境を維持することの価値は計り知れない。薬の標的となる生体分子との相互作用の解明は、画期的な医薬品の創製・開発につながる。

⑧ 実施計画等について

<実施計画・スケジュール>今後10年間で、インタラクトーム解析やフィジオーム解析で収集したデータを統合し、ユビキタスセンサーを利用して個々の生理現象や環境因子の複合的曝露による影響をデータとして取得して生物と地球・宇宙環境との相互作用を解析し、生体シミュレーターを構築する。

<実施機関と実施体制>国立研究開発法人(生理学研究所、医薬基盤研究所、医薬品食品衛生研究所、環境研究所など)、名古屋大学、京都大学、大阪大学を中核機関とする。環境研を中心に個人差(年齢差や性差)に関するエクスポソームのデータを国際的に収集する。

<総経費> 150億円

<所要経費> 【整備費】ネットワークのインフラ整備(10億円)、企業・ベンチャー参入型設備(10億円)

【10年間の運営費】共創循環型研究教育センター(2*10億円)、企業・ベンチャー参入型設備(10億円)

【10年間の研究費】共創循環型研究教育センターおよび企業・ベンチャー参入型設備等(10*10億円)

⑨ 連絡先

岡村 康司(大阪大学大学院医学系研究科)



図2 ロードマップ