

## 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、バーチャル生物や生体・疾患シミュレータを構築し、これ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。ワンヘルス研究は、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・

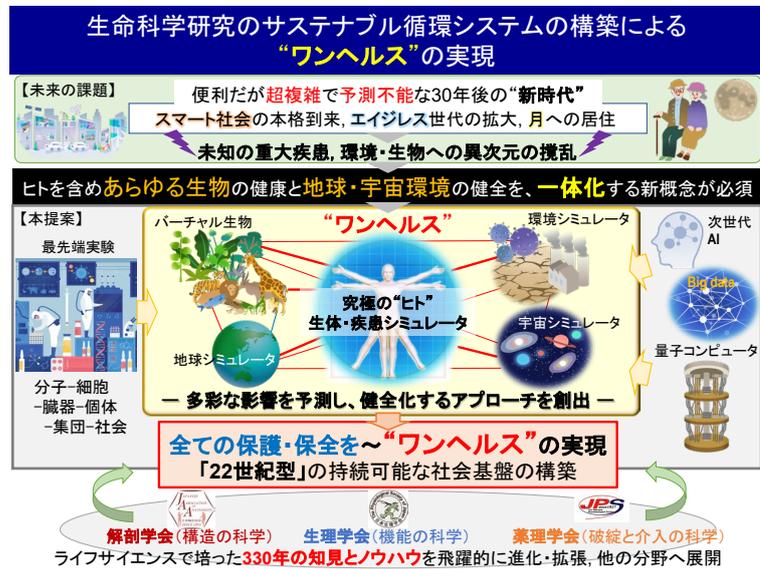


図 1 本提案の全体構想

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。また、ヒトや環境への介入に関する倫理、経済、などの文系領域と論ずる場も提供する。さらに、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、日本薬理学会は、それぞれ「生命を構造（解剖学）と機能（生理学）の面から理解し、生命活動の維持に向けた介入方法を拓く（薬理学）」学問領域である。3 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、予防・治療に活かす独創的な疾患治療学を更に発展させつつ、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が構築できる。本提案は、領域横断的に科学的データ収集するための学際的インフラ整備を提案するとともに他の学会（特に文系）や企業などとの有機的な連携・融合を推進する（図 1）。

### 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

ワンヘルスの実現のため、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・適応を細胞から個体・集団レベルまで丸ごと再現する「バーチャル生物」へと展開させる。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 organ-on-a-chip など、生体システムの各階層をシームレスに繋ぐための計測技術や情報解析技術の深化、(2)量子コンピュータを用いた個々の解析データの統合による「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、個体間インタラクトームやポピュレーション解析、環境因子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、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築く。計算科学やシステム工学との連携により形成される共創型研究教育プラットフォームは、ユビキタスセンサーとともに全生物個体のフィジオーム解析を可能とし、プレジジョン医療を高度化させ、文理融合・産学連携にも貢献する（図2）。

### ⑤ 学術的な意義

【提案の背景】新興感染症に限らず、環境や生態系の想定外の攪乱は容易に起こる。一方、近年、動物愛護の観点から動物実験制限が厳しく、ヒトに近いモデル評価系への代替が急務である。多くの大学・医系研究施設では人員の削減や過大業務の影響で人材育成が難しい。異分野融合や産学連携、実用化に取り組みつつ、研究と教育を推進し、我が国の知を継承・発展していく循環システムが必要である（図2）。

【学術的重要性】30年後を見据えた本研究は、進行中の大型プロジェクトと連携し、バーチャルヒューマンを基に様々な生物、そして環境との相互作用へと研究ネットワークを広げていくことで、未知の病気（新興感染症）や環境変化、生態系攪乱に対する適応戦略を提案する。

【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】生物機能の理解が進むことで、ウェアラブルやユビキタスセンサーなど工学計測技術も発展し、ヒューマン・マシン・インターフェース(HMI)の利活用により、環境科学・疫学・社会科学分野との連携が強化される。また、生物・疾患マップ（生体をクリックすると、ミクロの組織像や切片画像（解剖学）、機能（生理学）、関連した疾患や治療標的・治療薬などの情報を抽出できる）の構築は、研究・教育の効率化と深化に貢献し、成果創出や人材育成が期待できる。

### ⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

ヒト疾患解析とDX技術との統合に関して、大阪大学WPI（ヒューマンメタバース疾患研究拠点）が採択されている。大規模なヒト疾患データ収集は欧米諸国が先行しているが、日本の優れた緻密な計測・解析技術を活かし、独創的なデータベースの構築ができる。環境因子の複合曝露（エクスポソーム）による疾患リスク評価については、欧米を中心に大規模なデータ取得が進んでいるものの、学問が追いついていない。狭義エクスポソーム（環境化学物質）解析を始めている毒性学会など関連学会と連携し情報共有を進めている。

### ⑦ 社会的価値

生物と生物との相互作用の理解は、生物間の感覚シェアリングが可能となる社会の到来、人類のものの見方・考え方・創造性に大きな変革（新しい哲学、芸術、感性）を生み出す。生体分子との相互作用の理解は、画期的な医薬品（価値）の創出につながり、全生物の保護と健康、健全な地球・宇宙環境の維持に貢献する。

### ⑧ 実施計画等について

【実施計画・スケジュール】 R5-R8 ワンヘルス探究センター設備の建設、R5-R8 部分運用および情報共有ネットワークのインフラ整備、R9-R15 バーチャル生物創成研究組織整備と本格運用。

【実施機関と実施体制】自然科学研究機構（岡崎地区）に他の国研や大学機関、企業が持つ知識やノウハウを集約したプラットフォーム「ワンヘルス探究センター」を構築し、これをハブとして本計画を遂行する。

【所要経費】 ワンヘルス探究センター設備 75億円、情報共有ネットワークのインフラ整備 10億円、バーチャル生物創成研究組織整備 15億円、総額100億円を予定している。

### ⑨ 連絡先

石川 義弘（横浜市立大学大学院医学研究科 循環制御医学）

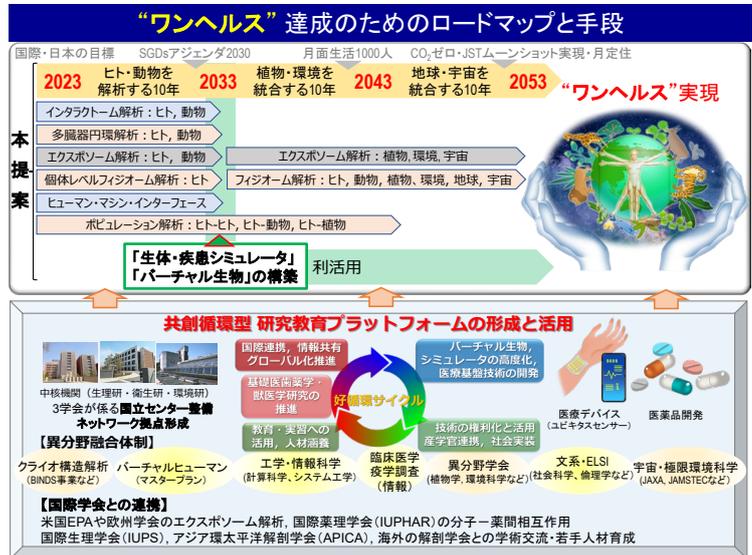


図2 達成のためのロードマップと手段