

(提言)「生命科学の発展を加速する次世代統合バイオイメージング科学の研究推進」

1 現状及び問題点

生命システムの複雑で巧妙な振る舞いがゲノム DNA の塩基配列という一次元情報から如何に生じるのか。様々な疾患が生命システムの破綻としてどう生じるのか。これらの仕組みを理解することが生命科学の中心的課題である。ヒトゲノム DNA の30億文字に相当する塩基配列が解読され、X線回折法、核磁気共鳴法、電子顕微鏡などによる構造解析技術は13万を越す生体高分子の立体構造情報をもたらした。光学顕微鏡は一分子観察技術や超解像技術で細胞内生体分子の局在や相互作用を可視化し、磁気共鳴イメージング法は脳機能の可視化や脳情報の読み取りも可能にした。蛍光タンパク質の遺伝的ラベル法はマイクロ要素の定量観察を着実に前進させた。しかし、現在の計測観察技術は時間分解能も空間分解能も生命科学の重要課題を解くにはまだ不十分で、細胞内の生体分子群相互作用ネットワークや生体分子の構造変化、脳の神経回路網による情報伝達処理の様子など、生命科学研究者が真に直視したいものが見えているわけではない。生命システムの複雑で巧妙な振る舞いの基本原理を理解し予測し自在に操作することは依然として不可能である。

このような困難なミッションの実現には、生命科学、物理学、化学、情報科学、計算科学、数理科学、計測分析機器開発工学などのあらゆる分野を統合し、生命システムの複雑な動態を「目で見て理解する」統合的なイメージング・計測・解析システムの開発が必須である。様々なデータを統合して質的に新しい生命理解と操作を実現するため、「計算機を通じて見る」データ駆動型研究を強力に推進する必要もある。そしてこういった異分野融合による新しい研究の推進には、それにふさわしい新しい研究体制と教育体制が必要である。様々な分野背景を持ち、分野の壁を乗り越える意欲を持った優秀な若手研究者が集結し、日々自由に議論を戦わせることのできる研究体制と次世代を育成する教育体制の整備が強く望まれる。

2 提言の内容

(1) 統合バイオイメージングの役割と革新的技術開発の必要性

生命科学の重要課題を解決するためには、超解像光学顕微鏡、クライオ電子顕微鏡、核磁気共鳴法、X線回折法など、これまでのイメージング・計測技術を一層進化させつつ革新的要素技術の創出や装置開発を推進することで時間空間分解能の制限を打破し、生命科学を一段と深いレベルへ進めることが必要である。また、組織や個体の高分解能非侵襲イメージング技術の開発により脳の高次機能や各組織の病態発生メカニズムを解明し、最先端医療応用にも貢献すべきである。

例えば、光学ライブイメージング技術にオミックス技術・データ解析技術を集積・統合することで遺伝情報発現の動的状態推定など新しい技術が可能になる。ク

ライオ電子顕微鏡等による生体分子の構造多型データやプローブによる動的計測結果を大規模分子シミュレーションにより統合すれば、創薬等の基盤にもなる。

こうした技術は生命科学・医療・創薬など様々な分野で利用可能であり、その社会的貢献は極めて大きい。ただしその実現には膨大な試料のハイスループット計測のための実験オートメーションや、莫大量の計測データを処理しモードの異なるデータを関連づける機械学習・人工知能など最先端情報技術の進化が必須であるため、技術開発を全国規模で統括し推進するハブ研究拠点の設立が必要不可欠である。

(2) 国際共同利用拠点の創設による最先端技術開発体制と人材育成環境の整備

そのためには複数の大学等に、各大学の得意研究分野と人的研究資源の特徴を活かして優秀な若手人材を配置した、国際共同利用型拠点の早期創設が求められる。複数の拠点を全国の大学等に設置してネットワーク型研究体制を組み、革新的イメージング・計測・解析技術の開発を推進しつつ、先進バイオイメージング技術や装置を広く国内外に提供する。学部生や大学院生を数多く受け入れ、カリキュラムに様々なイメージングサイエンスを取り入れ、その基礎となる物理学、化学、計算科学、情報数理科学などの講義を充実させるとともに、様々な分野の最先端の研究現場で研究に従事する機会を増やすことにより、専門性と総合性を併せ持ち、異分野融合を自発的かつ積極的に推進できる若手人材を育成することが求められている。

我が国には独自の発想に基づいて創出されたオリジナルなバイオイメージング技術が存在する。優秀な若手人材も豊富である。この世界的にも希有で豊富な研究資源を活用せずに放置することは我が国にとって大きな損失である。日本独自の人材と最先端技術を緊密に連携させて生命の仕組みを解明し、人類の健康と福祉に貢献する応用展開を積極的に推進しつつ、学際分野を担う若手人材を育てることにより、国際社会における日本の立ち位置を一層強固で盤石なものにできるであろう。