

# 巨大データを生み出すトランススケールスコープと その取扱いを可能にする情報プラットフォーム

大阪大学 1), 理化学研究所 2)

市村垂生 1), 糸賀裕弥 2), 垣塚太志 1)

大浪修一 2), 永井健治 1)

## 1. はじめに

従来の科学は、観察対象を構成する主要成分（マジョリティ）に着眼し、測定された値の中で他のデータとかけ離れている外れ値を解析対象から除外するのが一般的であった。それ故、外れ値的な特徴量を有する稀少成分（マイノリティ）に関する知見はほとんど蓄積されていないといっても過言ではない。近年、細胞集団をつぶさに解析すると同じ種類の細胞でも特徴量が不均質（heterogeneity）、つまり細胞毎に個性があることや、特徴量が他とは大きくかけ離れた個性際立つ細胞（マイノリティ細胞）が極僅かながら存在し、それが生命システムに大きな影響を及ぼす場合もあることが知られるようになってきた。従って、マイノリティ細胞を見出すことは従来の研究では知り得なかった現象を発掘し、生命科学に新たな視点を与えることが可能になると期待される。このような外れ値的特性を有する細胞を標的として研究するためには、理想的には全ての細胞を同時に観察することが不可欠となる。しかしながら、従来の生物顕微鏡では1視野で観察できる細胞数に限りがあり、大多数の細胞を観察することは困難であった。そこで我々は、この問題を解決するために、センチメートルのオーダーの視野の中で、個々の細胞を空間分解して観察可能なイメージング装置の開発に取り組み、従来の生物顕微鏡ではなし得なかった、100万にもものぼる数の細胞を一つの視野の中で同時に撮像し、全ての細胞の動態（変位、機能発現、状態変化など）を動画として観察することを可能にした。このイメージング法は必然的に得られる画像データのサイズが莫大になり、一回の実験で数百GB～数TBに上ることもある。残念ながら、このような巨大データは一般的な研究室が所有するコンピュータでは画像処理、解析はおろか、表示、保存、共有、圧縮すらまともにできないのが現状である。したがって、これらをスムーズに実現できる情報プラットフォームの構築が必須となる。本稿では、我々が開発した巨大データを生み出す超広視野高解像イメージング技術とそのデータ例を紹介するとともに、巨大データの保存、共有、公開、解析を目的とした情報処理プラットフォームの構築に関して概説する。

## 2. 巨大データを生み出すイメージング技術

### 2-1 トランススケールスコープ AMATERAS

我々は、センチメートル単位で機能する個々の細胞の動きを、 $1\text{cm}^2$ 以上の視野で $1\mu\text{m}$ 程度の空間分解能で蛍光観察できる大視野イメージングシステムを開発した。細胞スケール（ $\mu\text{m}$ ）から細胞集団～組織スケール（ $\text{cm}$ ）まで、4桁もの空間スケールの階層にわたって生命現象を観察できる本装置を、「トランススケールスコープ」という新たなカテゴリーに分類した。

本装置の開発動機は、多数の細胞からなる多細胞システムにおいて、集団に劇的な変化をもたらすリーダー細胞の検出や状態遷移（機能発現、分化、病変など）の原理解明である。人間社会のように、細胞社会における大きな状態変化も、マイノリティ細胞に由来しうる場合のあることが知られている。細胞集団が均質であれば、集団内のサンプル集団の観測データから全体（集団）の様相を統計的に推定すればよいが、不均質な部分集団に起因する現象については、集団を構成するすべての細胞を同時