

# 生体三次元顕微鏡画像解析における情報科学研究者との連携調査と 学際人材の育成

(認定NPO) 総合画像研究支援 正会員 太田 啓介

## I. はじめに

イメージング装置の高度化に伴い、生物研究者は大規模 3D データを扱うことが増えた。一方、その処理や解析には科学計算知識、もしくは情報系研究者との共同が求められる。本調査はこの分野の状況を実験サイドの視点で把握し、情報系研究者との共同研究の現状と問題点を明確にし、人材育成を含めた喫緊の課題の把握を目指し、将来の日本の研究分野における情報技術の取り組みについて提言を試みるものである。

## II. 研究代表者

太田啓介 (52 歳)

認定特定非営利活動法人総合画像研究支援 (IIRS) 正会員

久留米大学 医学部 先端イメージング研究センター 教授

## III. 共同調査研究者

青山 一弘、臼倉 治郎、大隅 正子、大野 伸彦、澤口 朗、菌村 貴弘、  
寺田 純雄、光岡 薫、宮澤 淳夫、諸根 信弘、安永 卓生、山科 正平

## IV. 研究期間

令和 2 年 10 月 1 日～令和 3 年 10 月 31 日まで

## V. 調査研究の目的

近年のイメージング装置から得られる膨大なデータから、適切な解析・結果を取得するには、科学計算、情報処理、プログラミング等の技術が少なからず必要である。生物系研究者が如何に大規模画像データを扱い解析しているのか、海外と国内の状況を調査し、大規模画像データ、特に 3D データの取扱いの問題点を検討し、大規模データ取得後の解析におけるニーズ、情報系研究者との連携の取り方、解析の為の情報ソース等の現状を把握する。また解析に対応する人材育成がなされているのか等を調査し、今解決しうる問題点、今後対応すべき問題点の洗い出しを行う。

大規模データ解析の端的な例として、日本の電子顕微鏡 3 次元画像データ解析分野は海外のラボからは大きく出遅れている印象が否めない、日本の本分野の現状に着目し、海外における情報系教育を取り入れと人材育成を調査し、日本の基礎研究における人材育成の観点から見た具体的解決策を提起する。

## VI. 調査研究の実施方法

### ① 調査研究会議の開催

共同調査研究者を集めた調査研究会議をオンラインにて開催し、生物系研究者の支援経験のある研究者への聞き取り調査の実施計画、アンケート実施内容の調整を行った。また、学会シンポジウムや研究会企画を計画し、調査研究の推進を図った。

## ② 大規模画像データを扱う生物系ならびにソフトマテリアル系研究者を対象としたアンケートの実施

生物系研究者の大規模データの取扱いと、論文等の知的情報取得について、計約 300 名程度に対し、大規模 3D データ取得と解析経験、情報系研究者との共同研究の有無や協力の必要性、学生の情報技術教育の現状等をオンラインアンケートで調査した。

## ③ 論文調査

FIB-SEM トモグラフィー法やアレイトモグラフィー法などの 3 次元電子顕微鏡解析手法を用いた生物科学の主要な論文で、1. セグメンテーションの方法、2. 3D データの解析方法、3. データサイエンティストとの連携の有無および共同研究の現状について調査した。

## ④ インタビュー調査

生物系研究者と共同研究や支援を行う情報系研究者として、ABiS 先端バイオイメージング支援（画像解析支援）を担当する研究者 3 名（内田誠一教授（九州大学）・安永卓生教授（九州工業大学）・檜垣匠准教授（熊本大学））、ならびに浦久保秀俊助教（生理学研究所）、西岡秀夫氏・須賀三雄氏（日本電子株式会社 CLEM センター）・小西功記氏（株式会社ニコン）に情報系の支援と開発における現状を、またデータ解析に関わる海外の状況について、諸根信弘グループリーダー（英国ケンブリッジ大学）・芝田晋介教授（米国ハーバード大学）にインタビュー調査を行った。

## ⑤ ワークショップ・シンポジウムの開催

日本顕微鏡学会第 63 回シンポジウムのイブニングセッション（2020 年 11 月 21 日）、NPO 法人総合画像支援第 16 回 IIRS セミナー（2021 年 6 月 12 日）、日本顕微鏡学会ソフトマテリアル分科会講演会（2021 年 9 月 3 日）等、本研究課題をテーマに、セミナーおよび講演を計 4 回実施した。参加者と共に課題共有と解決策の検討し、本調査研究における国内外の訪問調査やアンケート調査を実施した。

## VII. 研究結果

### ① 大規模画像データを扱う生物系・ソフトマテリアル系研究者を対象としたアンケート調査結果

セミナーおよび講演会参加者約 300 名にアンケートを実施し、65 名から回答を得た。アンケート対象者のうち、データ解析まで自分でできる方は約 16%、簡単なものならでも含めても 50%程度で、27%は大規模データの処理に対応できていないと回答した。回答者からは、情報技術の必要性を感じる一方、「何から手をつけてよいかわからない」という基本的な困難さ、「データベースをどうするか」等、実際作業して感じた困難さ、ルーチンの仕事として成長させていく段階での困難さの 3 点が指摘された。教育の視点で見ると、現在の状況に対応した学部生教育ができていると感じている方は殆どおらず、実施していない、もしくは改善が必要であると感じている方が全体の 67%を占めた。今後の施策として①教育の見直し、②情報系人材の登用、③講習会の促進、④コアファシリティーの拡充等が挙げられた。

### ② 論文調査

3 次元電子顕微鏡、FIB-SEM、SBFSEM、アレイトモグラフィーは 2004 年の最初の発表以降加速度的に論文数が増え、現在 11,329 報が報告されている。研究分野と内容を確認できた

766 論文の内、ランダムで選んだ 378 報について調査したところ、これらは極めて汎用的な技術として発展していることが明らかになった。多くの論文ではマニュアル、もしくは市販のソフトによる簡単なセミマニュアルによるセグメンテーションを行っており、その後の解析も情報系研究者と共同研究をしている報告は予想よりも少なかった。数ギガバイトのデータ解析は、AI で行うには損益分岐点が合わずに難しいことが、AI 解析が進まない原因の一つとわかった。

### ③ インタビュー調査結果

#### i) 生物系研究者と情報系研究者の共同研究の難しさ

生物の組織画像は情報科学に馴染みにくく、参入できる環境の少なさ、生物系と情報系研究者で求めるものの違い、専門用語が大きく異なり意思疎通が困難であること、の 3 つの問題点がある。

#### ii) 共同研究としてうまくいくために

入念なすり合わせと双方の歩み寄りが重要で、サイエンス以外の部分で相互の信頼関係を構築することが重要である。

#### iii) 教育について

教育プログラムは、学生と研究者レベルで分けて考えるべきである。

#### iv) 国内で共同研究がうまく成立している研究グループについて

国内では、高度な情報技術を取り入れた研究グループがあるが、個人の技量が大きく関わっている例が大半ではないかとの見方が示された。

#### v) 先端バイオイメージング支援プラットフォーム (ABiS) 支援での具体例

ABiS では年間 3~10 件程度支援を行っている。情報系としての研究に値する課題がある一方、「お手伝いの要素が大きく情報科学者として興味をそそられない」課題も多いことが問題であるという意見が得られた。

#### vi) 海外と日本の事情に、相違が感じられる点

国内に比べ海外の方が制度として協力体制ができている印象はあるが、本質は明らかではなく、雇用面や人的交流面での差であるという意見が得られた。

#### vii) 日本でこのようなコラボレーションをしやすくする上で何が重要か

「Open mind で相互に理解し合うことで初めて協働できる」という言葉が印象に残った。施策として、研究会・学会での人脈形成、融合型プロジェクトの推進、融合型研究施設を設置すること、相互理解のための教育の見直しが急務である。

### ④ ソフトウェア開発者との意見交換

日本顕微鏡学会第 64 回シンポジウムにおいて「公開討論会：生体大規模 3 次元データ解析における情報系研究者との共同ニーズと人材育成」をテーマにソフトウェア開発者を交えて公開討論会を行った。共通の問題を抱える研究者コミュニティを作ること、解析では解析環境のセットアップ事例や解析事例を共有できるプラットフォームの必要性があぶり出された。

## VIII. 考察と提言

多くの研究分野で扱う研究データの巨大化、複雑化は避けて通れない時代となった。そのような中で、多くの研究者が情報科学を自在に扱えることは、将来の本邦の科学において基盤ともいえる

重要な部分ではないかと考えられた。調査研究を通して明らかになったのは、これらの課題に対する対策は、単一なものではなく、各プロセスに分解して検討すべきということである。

### ① 3D データのセグメンテーションにおける問題

3D ボリュームデータの多くがギガバイトクラスの中規模データであり、自動セグメンテーションが難しく、情報系研究者と共同研究することも困難であることが明確となった。これを解決する手段として以下を提案する。

- i) ギガバイトクラスの中規模電頭ボリュームデータを自動、もしくは短時間でセグメンテーションできる発展的ツール、もしくは支援ツールの開発
- ii) 研究者コミュニティの形成と交流促進

### ② 情報系研究者と生物系研究者の共同研究の推進と人材育成

今回の調査では、生物系研究者が支援してほしい内容と、実際に提供されている支援の内容が大きく異なる点が明確になった。解決に向けて、以下の4点を挙げる。

#### i) 大学の教養課程においては、リベラルアーツの理解を求める

卒業研究だけでなく、学生がより研究に近くなる施策、例えば、学部1年生より体験的に研究室配属を受けることで、共に作り上げていく姿勢を培う。

#### ii) 専門教育課程に入った時期に、情報科学を含めて、異なる学科、学部間の交流講義もしくは実習を可能にする。

幅広い選択肢を学生に提供することで、多くの交流を実現することができ、また指導者 PI も異分野との協力の足がかりを作ることができる。

#### iii) 研究支援者のキャリアパスを形成する。

大学や研究所にコアファシリティを充実し、必要な機器や技術を共有、また議論し協働できる環境を整備することが望ましい。大学内に、情報系のコアファシリティがあれば、多くの共同研究や、人的交流が可能になる。

#### iv) 情報系研究者を含む異分野の研究者が参画した研究プロジェクトの設定

国、自治体、また大学間、大学内レベルでも良い。一緒になって議論を重ねる機会こそが新しい発展につながるものが、今回の調査でも示されていた。海外では、異分野を入れないと提案できないグラントもあり、そのような施策も人材交流そして新しい発展につながる有効な手段かもしれない。