

研究開発課題 事後評価結果

➤ 課題情報

研究開発課題名	「空間オミックスデータ解析用データベースの開発」
研究代表名	VANDENBON Alexis（京都大学 医生物学研究所 准教授）

➤ 事後評価結果：

本課題は、近年急速に進展し多くのデータが公開されるようになった空間トランスクリプトームデータを、特別なインフォマティクスのスキルを持たない研究者でも、高度な解析が容易に行える機能を実装したウェブインターフェースの空間トランスクリプトミクスデータベース DeepSpaceDB を構築する研究開発課題である。

公開されている空間トランスクリプトームデータの中で最も数が多い 10X Genomics 社の Visium データの収載を最初の目標とし、NCBI GEO や 10X 社のサイトで公開されている Visium サンプルを収集して解析、当初計画のスケジュールを前倒して、2024 年 9 月に 1,039 サンプルのデータを収載した DeepSpaceDB を一般公開した。収載データについては、UBERON や Disease Ontology 等に基づいて組織、疾患、種、文献等のメタデータを手動で整理、注釈を行うとともに、品質指標評価、正規化、次元削減、クラスタリングを実施した。また、空間可変遺伝子、経路活性、空間ドメイン、細胞組成、細胞間相互作用を予測し、ウェブ画面上でインタラクティブにユーザーが解析できるツールを開発し、実装した。Database、Sample、Search、Upload 等のページを整備して、組織切片の複数領域の遺伝子発現レベルを比較できる機能、任意の領域を選択してサーバ上で差分検定を行い Volcano プロットで表示する機能、検索により空間パターンの強いサンプルを抽出する機能などを提供している。69 例の乳がんサンプルに関しては、病理専門家の協力を得て注釈付けを実施したほか、GPT-4o を用いて組織画像の AI 注釈を実施した。さらに当初計画では予定していなかった、ユーザー側で所有するデータをアップロードして DeepSpaceDB に実装されているツールを使って解析できる機能を実装したほか、AI による画像注釈を注意喚起を付けた上で公開した。研究開発期間中に新たに公開された Visium データも追加収載し、2025 年 12 月時点で、低品質だった 30 サンプルを除外したヒトおよびマウス由来の 2,144 サンプルの空間トランスクリプトームデータを公開している。本研究成果については、2025 年 10 月に NAR Database Issue に論文を掲載した。

現在、新たなプラットフォームとして Xenium プラットフォームで取得された約 600 サンプルの処理を行っている。Xenium データは解像度が高くデータ容量が大きいいため、インターフェースの高速化を実現するために、データを Zarr 形式に変換し、高速表示が可能な専用インターフェースを開発している。既に公開済みの Visium 用ビューワとは別に、新たに Xenium 専用のビューワを追加実装して、2025 年度中の公開を目指して準備中である。この Xenium 関連の成果についても、2025 年末までに論文を投稿予定である。

一方、当初計画に挙げていた微小環境解析については、Visium スポット近傍での解析を実施したところ、Visium データの解像度の制約から十分な精度の情報得られないことが判明した。そのため、優先度を下げる判断をした。また、当初計画に挙げていた RDF の実装については、現時点では未着手となっている。

上述の通り、当初計画に挙げていた実施項目の一部は未実施となったが、進捗状況と今後の成果の見込みは非常に優れている。とても進展の早い空間トランスクリプトミクス分野において、スケジュールを大幅に前倒し、かつ任意の領域の比較機能やユーザーデータの解析機能など、当初計画にはなかった有用な機能を実装するなど、当該分野の他の競合データベースと比較しても特徴ある有用なデータベースを構築し公開した点を高く評価する。

以上