

第10回 オミクス生物学セミナー

日時: 2025年9月19日 (金) 17:00-18:00

場所: 第4講義室 (西講義棟1階)

生命システムの精密制御に向けた 学際的な技術プラットフォームの創出

筑波大学医学医療系助教

宮本 崇史 先生

がん細胞は、しばしば過酷かつ長期的な低栄養環境に直面するが、ゲノム変異やエピジェネティック制御を介して驚異的なレジリエンスを獲得し、生存する。注目すべきは、この表現型獲得が遺伝的に均一ながん細胞集団内でさえ不均一であり、さら可逆的な性質を示すことである。こうしたがん細胞の特性は、分子標的薬剤や免疫チェックポイント阻害薬に対する耐性能獲得とも関連している。従って、がん細胞の不均一かつ可逆的なストレス応答機構の包括的な解明は、有効ながん治療戦略を開発するために喫緊の課題となっている。一方で、こうした複雑な生命システムを理解し、新規治療法の開発を志向した精密制御を実現するためには、医学・工学・情報学を融合させた学際的なアプローチが重要になってきている。本発表では、細胞内の多様な生体情報を包括的に取得し、操作するための革新的な技術プラットフォームの開発について報告する。

具体的に、細胞が環境に適応していく過程を真に理解するためには、生細胞を破壊することなくオミクス情報を取得する技術が必要である。我々はラマンスペクトルをデコードすることで、細胞内の包括的な分子情報を非破壊的に取得する1細胞オミクス技術が開発できる可能性を見出した。さらにこの過程で得られたオミクスデータを用いて、機械学習を活用した情報解析を行うことで、生体分子間の特徴的な相互関係を抽出することに成功した。このアプローチは特に腫瘍内の細胞不均一性の理解に貢献し、従来の手法では得られなかった新たな知見を提供できる。

さらに、細胞の情報ダイナミクスを可視化するため、空間特異的なバイオセンサーの開発や、染色を必要としないラベルフリーイメージング技術を確立した。これに加え、人工知能を活用したデジタルスタインング技術により、従来の染色法では困難だった細胞内の動的プロセスを非染色で可視化することに成功している。また、細胞運命を決定づけるオルガネラの形態と機能の関係性を解明するため、オルガネラの形態を操作することができる生体分子デバイスの開発にも成功した。これにより、オルガネラの形態が薬剤感受性に影響する可能性を見出している。

これらの技術プラットフォームは、合成生物学的アプローチと組み合わせることで、細胞機能の人工的な制御や新規治療法の開発を大きく前進させる可能性を秘めている。本発表では、それぞれの技術の詳細を紹介するとともに、今後の展望について議論する。

お問い合わせ先: システム生化学分野(松本 雅記)

e-mail: masakim@med.niigata-u.ac.jp

内線: 2077