

B20221130_04_Bechman

新方法によりヒトの細胞を明確、正確にイメージングできる

見えないもののスリルからヒントを得て、先端科学技術ベックマン研究所 (Beckman Institute for Advanced Science and Technology)の研究者は、ヒトの細胞の微細構造と化学組成を比類のない鮮明さと精度で「見る」新しい方法を開発した。PNAS に発表されたその技術は、信号検出に創造的、反直観的なアプローチをとる。

イリノイ大学(University of Illinois)、生命工学教授、Rohit Bhargava は、「生物学は、現代の最も素晴らしい科学の一つである。常に、見えるものと見えないものの分割が存在するからだ」と言う。

われわれの身体の最小機能ユニット、細胞は、細胞が何でできており、その要素がどこにあるかに関心を持つ研究者の注目を集めていた。同時に、「何」と「どこ」が、多目的の細胞ブループリントを形成する、これは生物学、化学、材料など多くのものの研究に使える。

この研究以前には、そのブループリントの高分解能コピーの取得は、不可能なものにランクされていた。

「今回、われわれは、細胞内部を遙かに微細な分解能で、以前よりも容易にかなりの化学的細部を見ることができる。この研究は、広範な可能性を開く、ヒトの発展と病気を支配する統合された化学的、物理学的側面を調べる新しい方法が含まれる」(Bhargava)。

研究チームの成果は、化学イメージング分野の以前の歩みに基づいている。

光学顕微鏡は可視光を使って、色や構造のような表面レベルを説明するが、化学イメージングは、不可視の赤外光を使ってサンプルの内部構造を明らかにする。

細胞が IR 光に晒されると、温度が上昇し、それは拡大する。2 つの物体が IR 波長を正確に同時吸収しないことを暗視ゴーグルから、われわれは知っている。プードルと公園のベンチを比較すると、低い温度の物体よりも熱い方の物体がより強い IR シグネチャを放出していることは十分な証拠である。同じことは細胞内でも真である。分子の各タイプが、わずかに異なる波長で IR 光を吸収し、固有の化学シグネチャを放出する。吸収パターンを調べる、いわゆる分光学である。すると研

研究者は、各々がどのあたりにあるかを正確に指摘できる。

暗視ゴーグルと違い、チームは吸収スペクトルをカラースペクトルとして分析しない。代わりに、信号ディテクタで IR 波を解釈する。顕微鏡の片端に取り付けられた小さなビームは、レコードプレイヤーのナノスケールの針のように細胞の表面を引っ掻く微小先端である。

過去 10 年の分光学のイノベーションは、最初の IR 波長の強さを着実に増やすことに重点が置かれていた。

「それは直感的なアプローチである、われわれは、より大きな信号をよりよいと考えるように条件付けられている。IR 信号が強ければ強いほど、細胞の温度はますます高くなり、それはますます拡大し、より簡単に見えるようになる、とわれわれは考えている」(Bhargava)。

かなり大きな後退がこのアプローチの中に隠されている。細胞が拡大するにつれて信号検出器の動きがますます誇張され、「ノイズ」を生み出す。いわゆる正確な化学計測を妨害する雑音である。

別言すれば、強力な IR 信号がどんなに強くなろうと、化学イメージングの品質は進歩しない。

「われわれは、信号とともに増加するノイズ止めるソリューションを必要としていた」(Kenkel)。

雑音の多い細胞画像に対する研究者の改善は、IR 信号をディテクタの動きから分離することで機能し、付加ノイズなしで増幅が可能になる。

エネルギーを可能な限り最強の IR 信号に集中する代わりに研究チームは、取扱可能な最小信号で実験するこから始めた。これにより強さを高めるより前にそのソリューションを効果的に実施できることを確認した。Kenkel によると、「反直観」により、小さく始めることによりチームは、10 年の分光学研究を高く評価し、その分野の未来に重要な基盤を築いた。

研究者の「マップ」により高分解能化学的、構造的細胞イメージングがナノスケールで可能になる。特に、この技術は、顕微鏡下でその可視性強化のために蛍光

ラベリングフリー、即ち染料分子不要である。

「**Beckman**の **Microscopy Suite** における施設は、研究の実験段階では重要であるが、その考え自体は、高度な技術からではなく、好奇心、前例のない問題解決と多様な視座から来たものである。

これは、**Beckman Institute** が素晴らしい場所である理由である」と **Bhargava** は、コメントしている。「このプロジェクトは、分光学、機械工学、信号処理、言うまでもなく生物学からのアイデアを必要としていた。これらの分野を **Beckman** 以外でシームレスに統合できる場所は、どこにも存在しない。研究は、先端科学技術の最前線で学際的科学の **Beckman** 的なブレンド古典的例である」。