



物理学との融合で 生命の本質を解き明かす

吉川 研一 医情報学科 教授

ダイナミックな変化を繰り返す DNA分子の相転移の謎に迫る

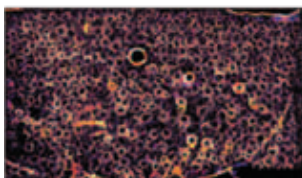
今から60年前、ワトソン博士とクリック博士はDNAの二重らせんの構造を見つけ、ひも状をした一次元の塩基配列の中に生命体の情報がある！それは書き換え不能な(アンリライタブル)な固定メモリである！と主張しました。しかし、DNAの情報がすべて同じなのに、なぜ細胞は皮膚や髪の毛、心臓などへと分化していくのでしょうか？人類は半世紀の間、この疑問に挑戦し続けてきました。

ヒトのDNAは一つの細胞中に46本あって、一つひとつの長さは数センチ、すべてつなげると2メートルになるといいます。一般に、DNAの持続長は百塩基対程度で剛直な硬い棒のようだと考えられていますが、「サイズが数万基対以上になると、軟らかい特質が顕在化して、折り畳み転移を引き起こし、それがオン・オフの一次相転移として特徴づけられることを明らかにしました」と吉川研一教授。世界中の研究者たちをあっという間に驚かせました。例えば、高性能のコンピュータは固定メモリだけで動かすことはできません。同じように、DNAは折り畳みの相転移を行うことで一次元の塩基情報のメモリを書き換え、生命活動に必要な種々の情報処理を行っていたのです。これは従来の生命科学の常識を覆す発見で、細胞分化や癌化のメカニズムに迫る道標になると期待されています。

ライフサイエンスと物理学を結び 点と線の学問領域を開拓

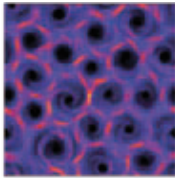
吉川教授は2年前、細胞の中にある微小な運動タンパク質にある条件を与えれば、タービンのようにぐるぐると回転運動するこ

【実験】



運動タンパク質(微小管)が自律的に創り出すmmスケールの渦運動
 (吉川ら、Nature 2012)

【理論計算】



凝縮DNAの多様性(透過型電子顕微鏡像)と、ロープで作成した折り畳み構造

とを発見。ネイチャー誌に発表して一躍注目されました。細胞が持っている能力を再現できないかと考えたのがきっかけでした。自動車のエンジンのような熱エネルギーを出すことなく、化学物質が持っているATPエネルギーを高い効率で仕事に変換することができるのが特徴で、「化石燃料に頼らない環境調和型のグリーン技術。もしかすると、人類の未来を変えるかもしれません」。例えば、1ミリ以下のマイクロモーターを開発すれば、小さなチップの中で様々な化学分析や情報処理ができるようになるでしょう。夢は膨らむばかりです。

「医工ではなく、医理工との融合が求められます」。吉川教授は、国際純粋・応用物理学連合(IUPAP)の生物物理委員会委員長を務め、遠い位置にある物理学と生物学を結ぶ取り組みを行っています。ワトソン、クリックはX線回折を使った当時最先端の物理方法論で二重らせん構造を明らかにしました。現在、ヒトゲノムは病気の診断や治療、犯罪捜査などに幅広く使われています。そのほか、核磁気共鳴画像法(MRI)や超音波検査、重粒子線療法…、これらはすべて理学の基礎理論・技術を医学分野に応用して生まれたものです。科学史が明らかにしているように、今後は医学だけでなく、物理学、高分子学、数学など多様な学識を持った研究者の登場が待たれるでしょう。

「生命の本質を理解し、全人类的な視点でライフサイエンスの未来を見据えることができる人材を育てたいですね」。吉川教授の仕事はまだまだ続きます。

教員の横顔

kenichi Yoshikawa

現在、世界的組織である国際純粋・応用物理学連合(IUPAP)生物物理委員会委員長。同志社大学赴任前は、京都大学大学院理学研究科長・理学部長等の役職を歴任した。ライフサイエンスの世界を物理科学的な視点で眺め、DNA分子の折り畳み転移など世界的な成果発表を行っている。プライベートでは、愛娘が高校に通う3年間、毎日欠かさずお弁当づくりを担当するなど、育メンの顔を持つ。「子育ては楽しむべし！」が信条。