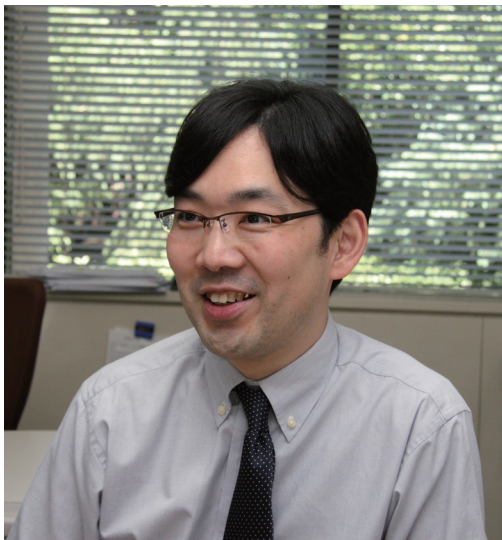


理工学部応用化学科 /
生命無機化学研究室



小松 晃之 教授

生物無機化学、生体高分子化学

【プロフィール】

小松晃之(こまつ てるゆき)▷ 1966年、東京都生まれ。早稲田大学理工学部応用化学科卒業。同大学院理工学研究科応用化学専攻博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員、早稲田大学理工学総合研究センター助教授などを経て、前職は同大学理工学術院総合研究所准教授、兼慶応大学医学部訪問助教授。2010年、中央大学理工学部応用化学科教授に着任。Imperial College London客員研究員。ナノチューブに関する研究が注目を集め、英国王立化学会誌ほか、米国や欧州の化学誌に取り上げられる。

**タンパク質を思い通りに操って作り出される
「バイオマテリアル」。**

人間と生命、環境を革新させる技術を生み出す

生命の神秘を握るタンパク質。なかでも『金属が入ったタンパク質』は、体内でとても重要な役割を果たしています。小松先生を室長とする「生命無機化学研究室」では、こうしたタンパク質の特性を活かした画期的な開発が行われています。その研究成果の代表例である『タンパク質ナノチューブ』、『人工赤血球』などは、日本国内外の研究機関や研究者のみならず、多くの医療関係者たちから注目を集めています。「バイオマテリアル」(人工生体材料)の研究は、医療・健康のみならず、環境やエネルギーなど、人間と地球に幅広く関わり、それらの発展に貢献するための学問分野なのです。

世界初の快挙を達成した小松教授 「タンパク質ナノチューブ」研究

2011年2月、権威あるイギリス王立化学会(RSC)のウェブサイトのトップページを飾ったニュースは、小松先生の世界初となる研究成果についてでした。

「これは北海道の赤十字血液センターとの共同研究なのですが、抗体を含むタンパク質ナノチューブの合成に世界で始めて成功し、B型肝炎のウイルスがほぼ100%この中に吸い込まれるということを発表したのです」

ナノは 10^9 倍という極微な世界で、約50ナノメートルなどとされるウイルスなどがナノ世界の住人たちです。

「タンパク質を上手に積み重ねてつなげると、チューブができます。穴の大きさが200ナノメートルくらいで、ウイルスは約100とか50ナノメートルくらい。ですからちょうど穴に入りこむ大きさなのです。」

通常ナノチューブはカーボンなどで作られますが、タンパク質で作るということは、要するに体の成分でできたチューブです。したがって、医療の最先端治療の分野などにおいて、体内に入れても問題なく使えるという画期的なメリットがあるわけです」

生命の神秘に近づく 「タンパク質」研究の世界

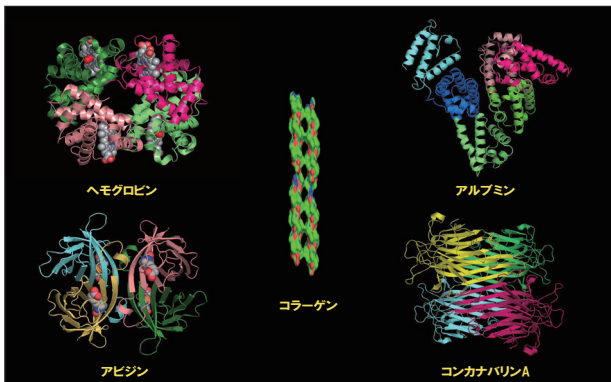
小松先生の専門は「タンパク質の化学」です。タンパク質は人間にとって、身近なだけでなくとても重要な物質ですが、いったいどのような研究をされているのでしょうか。

「研究室名には生命無機化学とありますが、これは体内でとても重要な役割を果たしている『金属が入ったタンパク質』を対象としたサイエンスです。たとえば一番よく知られているのは、ヘモグロビンという血液の中で酸素を運ぶタンパク質で、中には鉄を含む化合物(ヘム)があります。そこに酸素が結合したり、解離したり、化学的に吸着、脱着することで、今こうして我々が生きているのです。多くの人は生きているというメカニズム、生命の神秘に無頓着ですが、それは肺から末梢に、絶え間なくヘモグロビンが酸素を運んでいるからなのです。」

このヘモグロビンは金属タンパク質、つまり生命無機化学の代表選手で、こうしたものを使って、自然界には見ることのできない新しい物質を作り出す研究を行っています」

その他にも、髪の毛のケラチン、皮膚にはコラーゲン、血液の中に含まれるアルブミンなども、よく研究の対象となるタンパク質だそうです。

健康・医療から、環境・エネルギー 分野での活躍が期待される



▲ヘモグロビン、コラーゲンなど様々なタンパク質の3次元構造図。

小松先生の研究分野は一般に、「ライフサイエンス」、「バイオマテリアル・サイエンス」などと呼ばれます。

「タンパク質の研究をしていると、まさに生命と化学の接点にいることを実感し、驚きの発見があります。タンパク質はアミノ酸がつながった構造をしています、その数がたったひとつ違っただけで、まったく別の働きをします。

たとえば、赤ちゃんの血液の話をしてしまおう。実は、お腹の中の胎児は我々（すでに生まれた人間）とは違うヘモグロビンを持っています。アミノ酸の配列が少しだけ違うのです。それによって、胎児のヘモグロビンは酸素と非常に強く結合します。これをヘモグロビンFと言います。我々のはヘモグロビンAです。

胎児は酸素の濃度が低い環境にいるため、たくさん酸素を結合できるヘモグロビンFを持つことで生命を維持します。

無事生まれた赤ちゃんは、体の中で自動的にヘモグロビンAを作り始めます。ヘモグロビンFが壊れ、中にあるヘムが壊れると、ビリルビンという分子になり、血中にもビリルビンが出ます。ビリルビンは黄色いので、赤ちゃんは『新生児黄だん』と呼ばれる症状が出る。しかし、これは自然で健康なことなのです。これがタンパク質から見たライフサイエンスの世界です。

私は『バイオマテリアル』（人工生体材料）の研究を行っています。バイオマテリアル・サイエンスとは、医療・健康はもちろん環境やエネルギー問題にも関わる分野です。

たとえば私の研究には『人工赤血球』があります。これが完成すると、大量生産が可能で、血液型がなく、感染の心配もなく、室温で何年も保存可能な人工血液として利用できます。」

小松先生が研究する「人工赤血球」は、災害等での緊急時の輸血対応が可能となり、血液型の不一致等による輸血の機会損失等が防げるなど、医療業界からも完成への期待が大きく寄せられている研究テーマです。

救命現場などに医療革命を起こす 「人工赤血球」の将来性

「人工赤血球」の活躍の場は色々ありますが、一番期待さ

れているのは救急車の中です。

大量出血事故などが発生すると、救急車内での緊急輸血が必要となります。しかし、仮に患者が自分の血液型を自己申告しても、本当に血液型適合するかどうかを調べるために、最低でも30分はかかるのです。

そこで『人工赤血球』があれば、これは血液型にかかわらず機能しますから、とりえず投与して緊急対応の延命措置をすることができます。

また、手術中には予想外の大量出血というケースも多くあります。そんな時にも対応できますし、臓器移送の際は、この『人工赤血球』の中に臓器をつけておけば、まさに生きた状態で臓器を運ぶことができます。

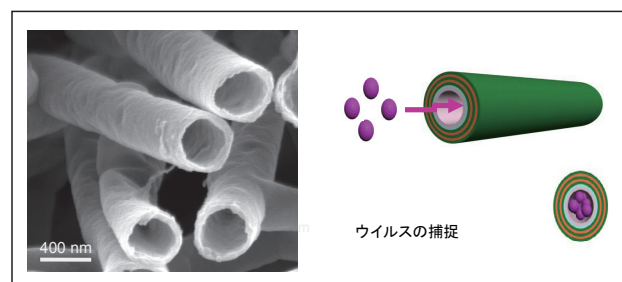
また日本人の死亡原因の上位にある脳梗塞が起こった場合、『人工赤血球』を使うことで脳内の細胞を死なせずに済み、後遺症も残らないという効果が期待できるのです」

子どもの頃から「体の仕組みや生命、医療に興味があった」という小松先生。「生体物質を使って新しい分子や材料を創出し、人類のために役立てる研究分野があることを知り、感激しました」と、現在の研究領域である応用化学との出会いを振り返ります。

この「人工赤血球」をめぐるのは、医師のみならず、獣医さんも大きな期待を寄せています。

「『人工赤血球』はペットにも応用が可能です。犬の手術の際にも血液が必要ですが、犬には備蓄血液はないので、『人工赤血球』が活躍する。

人間が生み出すライフサイエンス、バイオマテリアルの技術が、人間という枠を大きく越えて、地球に暮らすあらゆる生命や環境の保護・改善につながれば、研究者としての大きな喜びです。」



▲「タンパク質ナノチューブ」の構造図と、ナノチューブにウイルスが入る仕組みを表わした概念図。

Message ~受験生に向けて~

私は応用化学科に在籍しておりますが、「応用化学」とは、私たちの命から身の回りのものすべてを対象としているので、将来、どのような分野に進んでも必ず役に立つ学問です。社会に出ると、専門の異なる人達と連携しながら仕事することも多いでしょう。限られた領域だけでなく、いろいろなことに興味や好奇心を持って、積極的に自ら学び、自ら考える力を身につけてほしいと思います。