

## 藤芳暁氏が日本物理学会第 3 回若手奨励賞を受賞

松下 道雄 (東工大院理工・A03 計画研究代表)

藤芳暁氏 (A03 班、計画研究分担者) が、日本物理学会・領域 12 (ソフトマター物理・化学物理・生物物理) における第 3 回若手奨励賞を受賞されることに決まった。受賞対象となった研究は「液体ヘリウム温度における単一タンパク質の可視蛍光分光」で、対象とされた論文は”Visible Fluorescence Spectroscopy of Single Proteins at Liquid-Helium Temperature”, S. Fujiyoshi, M. Fujiwara, and M. Matsushita, Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 168101. と ”Single-Component Reflecting Objective for Low-Temperature Spectroscopy at the Entire Visible Region”, S. Fujiyoshi, M. Fujiwara, C. Kim, M. Matsushita, A. M. van Oijen, and J. Schmidt, Appl. Phys. Lett. 91 (2007) 051125. の 2 編である。この受賞は藤芳氏が近年力を注いできた低温における可視域の単一タンパク質分光が評価されたもので、常日頃の共同研究者として、また本特定領域研究のメンバーとして心からお祝い申し上げたい。

生理条件下では、タンパク質の構造は熱揺らぎによって自発的に複数の準安定状態間を絶えず変化している。これが生理機能の発現に重要な役割を果たしていることが古くから指摘されているが、自発的な構造変化と生体機能との関連を解明するための分析法が未開発であった。低温の単一タンパク質分光では、凍結させた準安定構造の一つずつ測定できるという点で、このような研究を行う最有力な候補である。しかし、低温の顕微鏡分光の技術的困難から、その応用例は近赤外の蛍光を発する光合成タンパク質の一種類に限られていた。藤芳氏は、対物レンズを独自に設計・製作することによって、液体ヘリウム温度における単一タンパク質分光の可視蛍光分光を世界ではじめて実現した。これによって、光に対して不安定で室温では分析できなかった可視蛍光性のタンパク質の分析が可能となった。今後、タンパク質の自発的構造変化と生体機能の関連の解明が期待される。

液体ヘリウム温度で使用可能な対物レンズとしては、(1) solid immersion gradient index (GRIN) lens、(2)

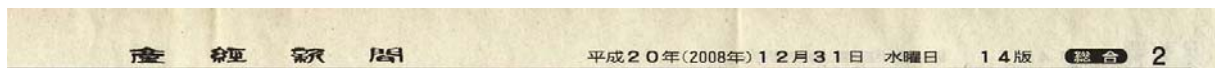
immersion mirror lens、(3) ten-lens objective などが挙げられる。(1)は色収差が問題として残る。また(1)と(2)は immersion 式でレンズの端面が焦点面になっており、ヘリウム温度で焦点合わせをする必要がないが、試料がガラスの表面に付けられるものに限られる。(3)は空気ではなく液体ヘリウムの屈折率 1.025 を媒質の屈折率として設計された、液体ヘリウム専用の組レンズである。室温と 4 K の間の温度サイクルに耐えるよう、接着剤などは一切使わず、材料の収縮率の差でレンズのアラインがずれないように工夫が凝らされているが、その複雑さゆえに高価で、動作の安定性、信頼性が未だ十分なレベルに達していない。

これらに対して、藤芳氏は、一個の合成石英の表面に光学精度の面を複数作って反射光学系を組むことにより、色収差を排除し、温度サイクルによって光学系が崩れることも回避した。世界的に見てもユニークな技術を着実に獲得し積み上げていくのは実験科学者としての藤芳氏の真骨頂である。

今回の若手奨励賞の授与と受賞講演は、2009 年 3 月に立教大学で開催される日本物理学会年次大会で領域ごとに行われる。藤芳氏の受賞講演は 3 月 28 日(土) 13:20 から VB 会場で行われる領域 12 のセッションに予定されている。よく整理された分かりやすい発表によって藤芳氏自身の仕事が紹介され、ひいては先端の測定技術を拓きながら分子科学を分子の機能性複合系に広げていく、という本特定領域の研究を多くの物理学者に知ってもらいたい機会になると期待している。

## 片岡グループの研究成果が新聞に発表される

片岡グループ（A03 班、公募研究（現班友））の上久保裕生氏と片岡幹雄氏によるイエロープロテインにおける低障壁水素結合の存在の証明に関する研究が産経新聞（平成 20 年 12 月 31 日）、日刊工業新聞（平成 21 年 1 月 6 日）、フジサンケイビジネスアイ（平成 21 年 1 月 6 日）に掲載されました。また、時事通信（平成 20 年 12 月 30 日）からウェブで配信されました。基となった研究は Proc. Natl. Acad. Sci. USA（early edition）に平成 21 年 1 月 2 日付でオンライン公表されています。研究内容の詳細は、後日紹介する予定です。また、本研究に関しては A01 班、立川仁典氏、A03 班、水谷泰久氏との共同研究が始まっています。



# 特殊な水素結合を発見

タンパク質のなかに高いエネルギーを持った特殊な水素結合があり、この結合が、光による情報を素早く伝達するなど重要な役割を果たしていることを奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科の片岡幹雄教授らの研究グループが、日本原子力研究開発機構との共同研究で世界で初めて証明した。今後、新しい分子設計が可能になり創薬分野などで期待される。論文は30日、米科学アカデミー紀要電子版に掲載された。

水素結合は、水素が酸素など他の原子と結びついたもの。タンパク質などの分子の中では、この結合を介してプラスに荷電した水素原子が移動することでそれぞれの機能を発揮している。

## 奈良先端大など共同研究

### タンパク質内、創薬に期待

片岡教授らが証明したのは、水素結合のうち、「低障壁水素結合」とよばれ、結合エネルギーが通常の10倍程度高いため、効率よく働けるとの仮説が1990年代に出されていたが、これまで証明されておらず、約20年にわたり存在の有無について論争が続いていた。

ノーベル化学賞を受賞した下村脩・ボストン大学名誉教授が発見したオワンクラゲの緑色蛍光タンパク質（GFP）の発光もこの結合が関与していると考えられている。

片岡教授らは、細菌が光を感じる際に働く光受容タンパク質を材料に、水素原子を直接観測できる「高分解能中性子結晶構造解析」という方法を開発し、発見に至った。

この結合は、タンパク質が反応していない通常の状態でも分子内にあり、光を吸収すると通常の水素結合にもどって情報を伝達しているなど新たなメカニズムも明らかになった。

片岡教授は「この結合を分子の設計に導入することにより、物質の生産を触媒するタンパク質の酵素としての機能を強化するなど有用な分子の開発にも役立つ」と話している。

## たんぱく質に水素の特殊な結合＝新薬開発へ応用期待－奈良先端大など

12 月 30 日 7 時 29 分配信 [時事通信](#)

水素原子が酸素や窒素の原子と非常に高いエネルギーで結び付く「**低障壁水素結合**」がたんぱく質にも存在することを、奈良先端科学技術大学院大と日本原子力研究開発機構の研究チームが 30 日までに確認した。低障壁水素結合を生み出し、酵素反応を活発にする新たな仕組みの医薬品開発につながると期待される。論文は米科学アカデミー紀要電子版に掲載される。

低障壁水素結合は、水素原子と酸素や窒素の原子との間が 2.6 オングストローム（1 オングストロームは 100 億分の 1 メートル）以下に接近し、エネルギー障壁が低くなった際に起きやすい。高圧など特殊な条件下にある有機低分子で起こることが知られ、たんぱく質では消化酵素の反応に関与しているとの説があったが、存在が直接確認されていなかった。

奈良先端科学技術大学院大の片岡幹雄教授らは、細菌で光センサーの役割を果たすたんぱく質について、X 線と中性子で結晶構造解析を行い、低障壁水素結合が存在することを突き止めた。

日刊工業新聞 21年1月6日（朝）22面

高エネルギー結合  
たんぱく質中の存在解明  
新薬設計に應用へ

奈良先端科学技術大学院大と日本原子力研究開発機構の研究チームが、たんぱく質にも存在する「低障壁水素結合」の存在を確認した。たんぱく質中の水素原子と酸素や窒素の原子との間が 2.6 オングストローム（1 オングストロームは 100 億分の 1 メートル）以下に接近し、エネルギー障壁が低くなった際に起きやすい。高圧など特殊な条件下にある有機低分子で起こることが知られ、たんぱく質では消化酵素の反応に関与しているとの説があったが、存在が直接確認されていなかった。

奈良先端科学技術大学院大の片岡幹雄教授らは、細菌で光センサーの役割を果たすたんぱく質について、X 線と中性子で結晶構造解析を行い、低障壁水素結合が存在することを突き止めた。

たんぱく質中の水素原子と酸素や窒素の原子との間が 2.6 オングストローム（1 オングストロームは 100 億分の 1 メートル）以下に接近し、エネルギー障壁が低くなった際に起きやすい。高圧など特殊な条件下にある有機低分子で起こることが知られ、たんぱく質では消化酵素の反応に関与しているとの説があったが、存在が直接確認されていなかった。

奈良先端科学技術大学院大の片岡幹雄教授らは、細菌で光センサーの役割を果たすたんぱく質について、X 線と中性子で結晶構造解析を行い、低障壁水素結合が存在することを突き止めた。

フジサンケイビジネスアイ

21年1月6日（朝）12面

### タンパク質にも特殊な水素結合

水素原子が酸素や窒素の原子と非常に高いエネルギーで結び付く「低障壁水素結合」がタンパク質にも存在することを、奈良先端科学技術大学院大と日本原子力研究開発機構の研究チームが確認した。低障壁水素結合を生み出し、酵素反応を活発にする新たな仕組みの医薬品開発につながると期待される。

低障壁水素結合は水素原子と酸素や窒素の原子との間が 2.6 オングストローム（1 オングストロームは 100 億分の 1 メートル）以下に接近し、エネルギー障壁が低くなった際に起きやすい。タンパク質では消化酵素の反応に関与しているとの説があったが、存在が直接確認されていなかった。

奈良先端科学技術大学院大の片岡幹雄教授らは、細菌で光センサーの役割を果たすタンパク質について、X 線と中性子で結晶構造解析を行い、低障壁水素結合が存在することを突き止めた。