

特集

# 酒造りの微生物学

酵母とは — その分類と生態の多様性

ワイン造りと酵母の働き

ワインをまろやかにする  
「マロラクティック発酵」とは?

ビール酵母の個性と香味造り

日本酒ができるまで

キラー酵母と酒造り

「milsil(ミルシル)」について  
「milsil(ミルシル)」の「mil(ミル)」は「見てみる」「聞いてみる」「やってみる」の「ミル」。そのような「ミル」から、新たな、そして豊かな「sil(シル=知る)」が得られるでしょう。この雑誌とともに、皆様が楽しい「ミルシル」体験をされることを願っています。

C O N T E N T S

3 サイエンス・インタビュー 科学のいま、そして未来  
蛍光タンパク質で生命現象を鮮やかにとらえる  
宮脇 敦史 (理化学研究所脳科学総合研究センター細胞機能探索技術開発チームシニア・チームリーダー)

6 【特集】酒造りの微生物学  
全体監修：細矢 剛 (国立科学博物館植物研究部菌類・藻類研究グループ長)

6 酵母とは —その分類と生態の多様性—  
細矢 剛 (国立科学博物館植物研究部菌類・藻類研究グループ長)

8 ワイン造りと酵母の働き  
後藤 奈美 (酒類総合研究所理事)

11 ワインをまるやかにする「マロラクティック発酵」とは？  
細矢 剛 (国立科学博物館植物研究部菌類・藻類研究グループ長)

12 ビール酵母の個性と香味造り  
吉田 聡 (キリン株式会社 R&D 本部基盤技術研究所主査)

15 日本酒ができるまで  
今野 宏 (株式会社秋田今野商店代表取締役社長)

19 キラー酵母と酒造り  
北本 宏子 (農業環境技術研究所生物生態機能研究領域上席研究員 / 情報化学物質・生態機能リサーチプロジェクトリーダー)

20 標本の世界  
標本ゲノムの解析から進化を観察する  
久保田 涉誠 (日本大学生物資源科学部博士研究員)

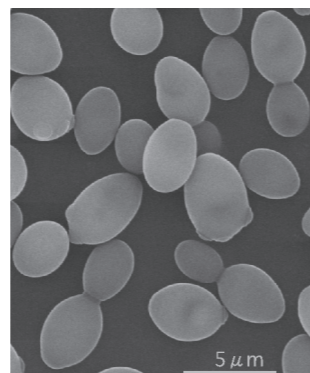
22 旅する生き物 —地球をめぐる命— 第4回  
ハチクマ 世界に公開！ 往復2万 kmの旅  
樋口 広芳 (東京大学名誉教授 / 慶應義塾大学特任教授) 取材協力

26 親子で遊ぼう！ 科学冒険隊  
#48 レーウェンフック式顕微鏡をペットボトルで手作りしよう！  
安田 篤 (板橋区立教育科学館科学指導員) 監修

30 色の世界 —色の科学がおりなす景色— 第1回  
私たちに色が見えるわけ

32 NEWS & TOPICS  
世界の科学ニュース & おもしろニュースを10分で

34 milsil カフェ / 編集後記 / 定期購読のお知らせ / 次号予告



酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) の電子顕微鏡写真  
写真提供：酒類総合研究所



表紙写真

今号の特集では、ワイン、ビール、日本酒造りを切り口として、微生物の働きや人間と微生物とのかわりについて紹介します。また、酒造りの中心である酵母について、どのような生物なのか詳しく解説します。

# 蛍光タンパク質で 生命現象を鮮やかにとらえる

ある種のクラゲやサンゴが見せる発光や蛍光。その現象にかかわるとされる「蛍光タンパク質」は、現在、医療や創薬の分野を中心に幅広く応用されています。オワンクラゲから緑色蛍光タンパク質 (GFP) を発見・抽出した功績で下村 脩先生がノーベル化学賞 (2008年) を受賞したことから、ご存じの方も多いでしょう。ここに紹介する宮脇敦史先生は、蛍光タンパク質に掛けられた謎を解きながら、光と生命の相互作用に思いをよせ、またさまざまな最先端の可視化技術を開発しています。蛍光タンパク質技術の醍醐味についてお話を伺いました。

## ■発光の種類と 蛍光タンパク質 「蛍光タンパク質」とは？

光を発するには、分子はまず、ある程度のエネルギーを獲得しなければなりません。その獲得の仕方によって大きく2つの現象に分類することができます。蛍光と化学発光です。蛍光においては、ある波長 (色) の光を吸収することでエネルギーが分子に蓄えられ、やがてより長波長の光 (より小さいエネルギーの光子) が放出されます。蛍光分子は、たとえば、可視光のなかで最も波長の短い紫の光を吸収して、それより波長の長い光である青や緑、黄色の光を放出します。あるいは、

は、青の光を吸収して緑や黄色の光を放出します (図1)。こうした蛍光活性をもつタンパク質を蛍光タンパク質と総称します。一方、化学発光においては、光を吸収する必要はありません。化学反応 (酸化反応) を行うことでエネルギーを蓄えます。たとえばホタルの光は、ルシフェリンという物質 (基質) がルシフェラーゼというタンパク質 (酵素) によって酸化する過程で生じます。「蛍」と「光」を並べて書くと「蛍光」となるためか、多くの人々が誤解していますが、ホタルの光は「蛍光」ではありません。下村脩先生は、オワンクラゲの発光器

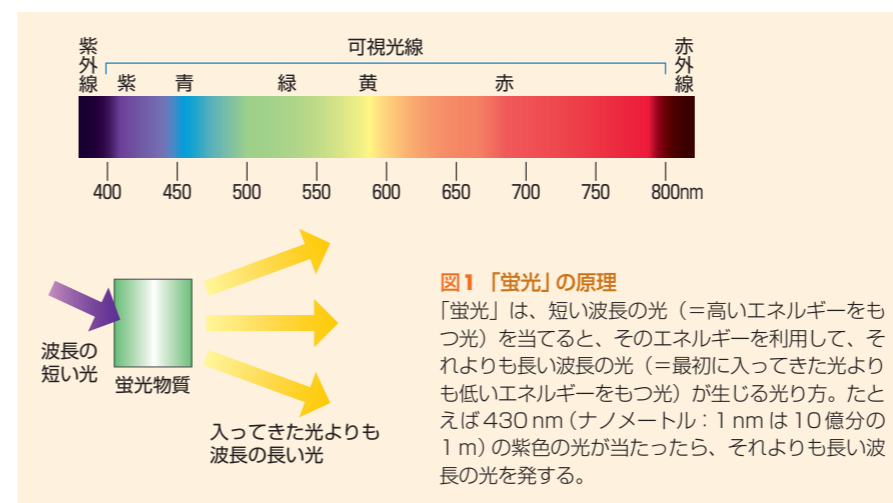
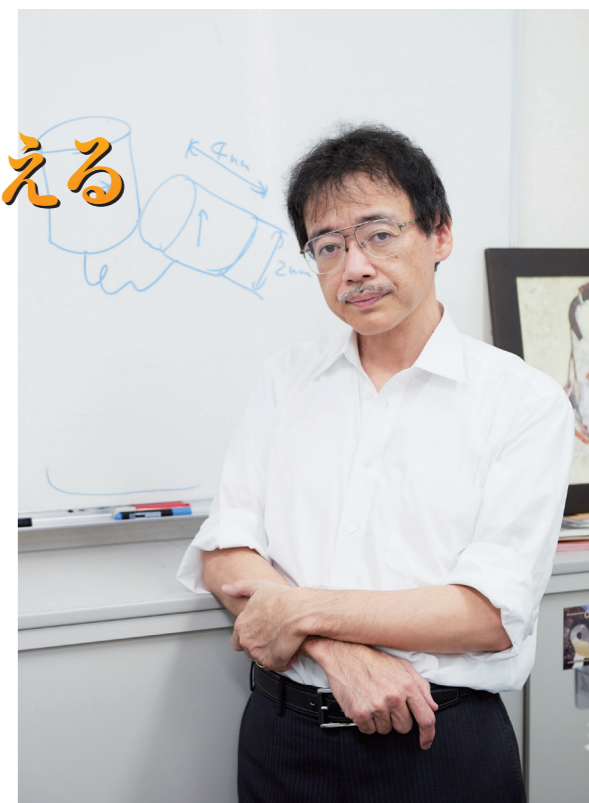


図1 「蛍光」の原理  
「蛍光」は、短い波長の光 (=高いエネルギーをもつ光) を当てると、そのエネルギーを利用して、それよりも長い波長の光 (=最初に入ってきた光よりも低いエネルギーをもつ光) が生じる光り方。たとえば430 nm (ナノメートル: 1 nmは10億分の1 m) の紫色の光が当たったら、それよりも長い波長の光を発する。



理化学研究所脳科学総合研究センター  
細胞機能探索技術開発チームシニア・チームリーダー  
宮脇 敦史 みやわき あつし

1987年慶應義塾大学医学部卒業、1991年大阪大学大学院医学系研究科博士課程修了。博士 (医学)。東京大学医科学研究所助手、米国カリフォルニア大学サンディエゴ校ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム博士研究員などを経て、1999年より現職。同センター (BSI) 副センター長、理化学研究所 BSI- オリンパス連携センター長を兼任。早稲田大学理工学術院客員教授。2006~2012年科学技術振興機構 ERATO 研究総括、2014年~文部科学省 MEXT 中核拠点代表研究者。材料科学技術振興財団山崎貞一賞、日本学術振興会賞、井上学術賞、藤原賞ほか受賞多数。

官から、イクオリンという化学発光タンパク質と、GFP (Green Fluorescent Protein) という緑色に光る蛍光タンパク質を精製することに成功しました。1962年のことです。その後1974年に、下村先生は、イクオリンとGFPによるオワンクラゲ発光の仕組みを解明しています。イクオリンはカルシウムイオンに依存してセレンテラジンという基質を酸化しエネルギーを蓄え青い光を放出します。ところが発光器官の中ではイクオリンにGFPが寄り添っており、イクオリンの蓄えたエネルギーを奪ってGFPが緑色の光を放出します。このようにイクオリンからGFPへとエネルギーが移動する現象を、RET (共鳴エネルギー移動: Resonance