

## 表彰

第52回(平成29年度)日本油化学会工業技術賞  
「油溶性保湿剤の分子設計とそれを助剤とする乳化、  
可溶化技術の開発」

宮原 令二 氏

(株式会社資生堂 グローバルイノベーションセンター)



宮原令二氏は、水にも極性油にも自由に溶解する油溶性保湿剤としてポリオキシエチレン (POE)・ポリオキシプロピレンランダム (POP) 共重合体ジメチルエーテル (EPDME と略す) を分子設計した。また、EPDME を乳化助剤として、弱い攪拌力で様々な物質を内包する超微細エマルションを調製する乳化法を研究開発してきた。長年に亘る同氏の研究業績は、以下のとおりである。

## 1. EPDME の設計

それまでに用いられてきた水と油の両方に溶解する化合物は、界面活性剤かメチルエチルケトンや2-エトキシエタノール、コハク酸ジエトキシエチルなどの低分子量の有機化合物しかなかった。この様な中で、コハク酸ジエトキシエチルを参考として、ポリオキシエチレン (POE) 鎖とポリオキシプロピレン (POP) 鎖をランダム重合し、両末端をメチル基封鎖するという分子設計を行ない、界面活性能を有さず、比較的高分子量(分子量500~4000)でありながら、水にも極性油にも無制限に溶解できるユニークな新素材を分子設計した。

## 2. エネルギーを必要としない超微細乳化法

非極性油分高配合のラメラ液晶相に EPDME を高配合すると、従来とは異なる特殊な高内相のマイクロエマルション相が生成し、これを水相に注ぐことにより、乳化の際に大きなエネルギーを必要としない超微細エマルションの調製法を開発し、原理の解明を行なった。すなわち、POE系ノニオン界面活性の親水基である POE と EPDME は構造が似ているために水よりも相溶しやすい。また、非極性油は界面活性剤の疎水基を集める働きがある。非極性油分高配合のラメラ液晶相に EPDME を高配合すると EPDME は POE 系ノニオン界面活性の親水基部分に集まろうとするが、非極性油には溶解しないので、コア部分には近づかない。その結果、非極性油を含んだラメラ液晶の界面の曲率は非常に大きくなり、高内相の特殊なマイクロエマルションが形成される。この特殊なマイクロエマルション中では疎水基を持たない EPDME が、油-水界面には吸着しておらず、自由に運

動できるため、低粘度で、これを水相に注ぐと、EPDME はバルク水相に拡散する。この際、高内相マイクロエマルションの油滴の合一が起こり、油分量と界面活性剤量の比によって粒子径の決まる超微細エマルションに変化する。

## 3. 高分子シリコーンを内包するマイクロエマルションの調製

高分子化合物の分子は、エントロピー的にある程度は広がろうとするため、熱力学的に平衡な O/W ドロプレット型マイクロエマルション中に閉じ込めることは、殆んど不可能と考えられてきた。ところが、上記のように、特殊なマイクロエマルションが生成するメカニズムは EPDME に作用するエントロピー駆動の疎水性相互作用により、EPDME がマイクロエマルションの親水部に集まって、曲率を大きく広げることによる。このため嵩高い EPDME 分子を用いて、ある程度の温度をかけると高分子シリコーンでも O/W ドロプレット型マイクロエマルションに内包させることができた。この現象は世界で初めて確認された高分子化合物を内包した O/W ドロプレット型マイクロエマルションであった。これをバルク水相に拡散させるプロセスを経て高分子シリコーンを内包する超微細乳化物を製造することができた。

## 4. 紫外線吸収剤など難溶性巨大分子の可溶化

紫外線吸収剤と類似の平面骨格を疎水基とする POP・POE フィトステロールを新たに分子設計し、これと EPDME を併用することにより、同様の原理で難溶性の紫外線吸収剤の可溶化にも成功し、製品に活用した。この際、紫外線吸収剤はステロイド系 POE 界面活性剤の層間(パリセード層)に挟まれて可溶化すると考えられる。

このように同氏の研究は、それまでは非常に難しいとされてきた低エネルギーの超微細乳化、高分子化合物や難溶性巨大分子の可溶化及び超微細乳化成を可能としたものであり、今後の界面化学分野の研究開発に大きな影響を及ぼすと考えられる。