

ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	3. 分子集合体
中項目	3-1. ミセル
小項目	3-1-4. 新規界面活性剤

概要（200字以内）

界面活性剤を用いたバイオテクノロジーやウイルス研究などの先端技術分野における応用拡大が図られ、現状よりも最小限の量で最大の効果を発揮する新しい界面活性剤の開発が望まれている。そのなかで近年注目されているのが、1分子内に2つの親水基と2つの疎水基をもつ「ジェミニ型界面活性剤」である。これまでに多種多様な構造のジェミニ型界面活性剤が合成され、従来のものよりも優れた性能を有することが報告されている。また、最近では工業的な利用の試みも行われるようになってきた。

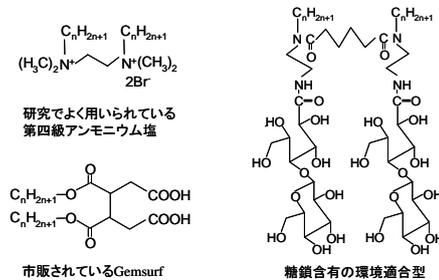
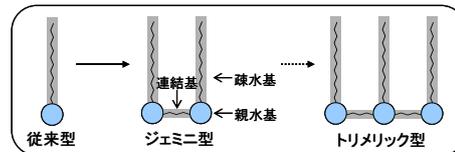


図 次世代のジェミニ型界面活性剤の模式図と代表的な構造

現状と最前線

界面活性剤は、食品、化粧品、洗剤、医薬品、塗料などに含まれており、私たちの日常生活や産業分野では必要不可欠である。界面活性剤は、親水基の種類によって陰イオン性、陽イオン性、両性、非イオン性、疎水基の種類によって炭化水素系、フッ化炭素系、シリコーン系と分類され、多岐にわたる応用製品の目的に合った構造のものが必要となる。近年では、種々の用途に対して最小限の使用量で最大の効果を発揮する新しい界面活性剤の開発が、省資源あるいは環境への負荷の低減などの観点から注目されている。なかでも、1分子内に2つの親水基と2つの疎水基をもつ「ジェミニ型界面活性剤」は、2つの両親媒性分子を親水基あるいはその近くを様々な構造の連結基によって繋いだ構造であり、学術的にも工業的にもかなり注目を集めている。ジェミニ型界面活性剤が注目される要因にはいろいろとあるが、(1) 従来の1鎖型界面活性剤に比べて臨界ミセル濃度 cmc が最低1桁は小さい、(2) 水の表面張力あるいは油/水界面における界面張力の低下能にかなり優れている、(3) 短い連結基のものは粘弾性が極めて高い、(4) 水溶液中での会合挙動が特異的である、などが特徴として挙げられる。ジェミニ型界面活性剤は、従来の界面活性剤よりも優れた性能を有し、一般の界面活性剤では考えられないユニークな特性を示すことから、「次世代型界面活性剤」として期待されている。ジェミニ型界面活性剤が学術雑誌に初めて登場したのは、1971年のBuntonらによる四級アンモニウム塩を用いたエステル加水分解反応の触媒に応用した研究である（ただし、特許は既に

報告されていた)。ジェミニ型という命名で知られるようになったのは、Menger (1991 年) や Rosen (1993 年) らによる研究からであり、これまでに多くの研究者が多種多様な構造のものを分子設計・合成してきた。また、コロイド・界面化学の見地からも、ジェミニ型界面活性剤の様々な物性が、疎水基・親水基の種類、炭化水素鎖長、連結基の種類・長さを変えて詳細に調べられている。しかし、ジェミニ型界面活性剤の構造と物性との関係については、従来の界面活性剤の基本的な性質の概念では理解できないところがあり、未だ不明な点が多く、今後の課題とされている。さらに、ジェミニ型界面活性剤の工業的利用も試みられている。ドイツの Sasol 社が陰イオン性のジェミニ型界面活性剤を用いた商品 Ceralution を開発し、可溶化剤、分散剤、乳化剤としての使用を実現させた。国内でも、中京油脂が商品名 Gemsurf と呼ばれるカルボン酸を親水基にもつ陰イオン性ジェミニ型界面活性剤の開発に成功し、濡れ剤、泡安定化剤、乳化剤への使用だけではなく、種々の有機溶媒に容易に溶解し溶剤系への使用にも適しているなど、幅広い用途への応用を可能とした。最近では天然の脂肪酸とアミノ酸から作られた商品名ペリセアと呼ばれるジェミニ型界面活性剤が旭化成ケミカルにより開発され、新素材の化粧品、毛髪用原料として期待される。これからは、親水部に糖鎖、分子内にアミノ酸骨格を有するなどの生体や環境にやさしい化合物の設計も重要となる。

ジェミニ型界面活性剤の構造を延長したトリメリックあるいはテトラメリックなどの「多疎水鎖多親水基型界面活性剤」も開発され、物性はジェミニ型と同等あるいはそれ以上と報告されているが、合成が困難であるため研究は少ない。また、界面活性剤としての目的の機能を果たした後、加水分解しやすい官能基を簡単な化学的処理により分解させて界面活性を失う「分解性界面活性剤」や導入した重合性基によって単独重合あるいは他の成分と共重合させて界面活性を失う「重合性界面活性剤」の開発も行われており、実用化への実現に向けて活発に研究が進められている。これからは、少量で効果があり、安全で生分解性が高く、省資源を目指した高機能な界面活性剤の開発が必要とされるであろう。

文献：R. Zana, J. Xia, “Gemini Surfactants: Synthesis, Interfacial and Solution – Phase Behavior, and Applications”, Marcel Dekker, New York (2004)

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

低コストで比較的簡単に合成でき、高い機能を有するジェミニ型界面活性剤の創製とそれらを用いた化粧品や洗浄分野などでの商品開発

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

ジェミニ型界面活性剤よりもはるかに優れた性能を有する次世代型界面活性剤の開発

キーワード

次世代型界面活性剤、ジェミニ型界面活性剤、分解性界面活性剤、重合性界面活性剤

(執筆者：吉村倫一)