

## 表彰

第53回(平成30年度)日本油化学会学会賞  
「電子スピン共鳴法によるモデル膜挙動に基づく  
皮膚角層構造に関する研究」

中川公一氏  
(弘前大学地域イノベーション学系)



中川公一氏は、長きにわたり生命科学分野で電子スピン共鳴(ESR)法による基礎と応用研究を展開してきた。その一つは、膜の物性についてであり、もう一つはESRイメージング法による皮膚角層の構造解析についてである。

主な研究手法の電子スピンをプローブとするESRは、核スピンをプローブとするNMRよりも磁気能率が高く高感度である。このESR法の強みを、油化学やコロイド界面化学をはじめとする分野で、新たなスペクトルシミュレーション法を取り入れた研究を展開し、定量的解析を行った。また、応用研究としてESRイメージング法による皮膚角層の構造解析で、研究成果の一部を特許として権利化した。主な具体的成果は、以下のとおりである。

### 1. 膜の物性とダイナミクス

医薬品や化粧品の基本研究領域で注目される脂質二重膜の物性とダイナミクスに着目した。膜の定量的解析において、ESR-スピンプローブ法とESR理論に基づくシミュレーション法を取り入れた。この研究ではESR測定とシミュレーション解析法を駆使して、脂質二重膜中の脂溶性スピンプローブと水溶性スピンプローブの分配量・回転相関時間・回転拡散時間・活性化エネルギー・スピン格子緩和時間等の物理化学量を明らかにした。ベシクル膜を形成するトリアシルグリセリンの詳細な動的構造を把握することは、トリアシルグリセリンの新規な機能、特徴・性質を理解する根幹である。温度変化に伴うトリアシルグリセリン分子の動きが水との親和性を左右し、ベシクル膜の構造変化につながり、膜分解機構を考察する上で重要な知見となった。さらに、膜の表面から末端に至る各部位の分子配向性や動的挙動に関して、ESRとスピンプローブ法やスペクトルシミュレーション法による高精度な解析で、膜の温度依存性・膜鎖

の流動性等を明らかにし、これらの手法を角層の細胞間脂質の構造解析に応用した。

### 2. ESRイメージング法を用いた皮膚角層の画像構造解析

ESRイメージングの大部分は、L-バンド(1GHz)より低い周波数が用いられ、報告されてきた。そこで、より検出感度の良いX-バンド(9GHz)ESRのイメージング装置の開発と計測に趣を置き、研究を展開した。これまで生体関連のESR計測の多くは、侵襲による試料やスピンプローブを用いた測定であり、非侵襲計測によるラジカル情報は限定的でした。この長年の課題を克服すべく、世界的にも数少ないX-バンドESRイメージング用表面検出器の開発と皮膚角層などの応用研究に精力的に取り組んできた。多くのESRイメージングは低周波数のイメージングであり、マウスにプローブ試薬を投与する間接的ラジカル消去の計測が行われていたが、ラジカルの直接検出を可能とする、新たなX-バンド用表面検出器の開発にも力を注いだ。そして、試料サイズや量は限られるものの、検出感度の良い表面検出器を開発し、皮膚疾患由来のラジカルの検出を可能にし、画像解析することで顕著な成果を上げた。この新たな手法により、詳しいラジカルの生理機能に関する情報が得られ、化学・生物・医学・薬学などの多岐にわたる分野でのフリーラジカル研究の一層の進展が期待される。

以上のように、長年の研究過程で同氏は、油化学はもとより皮膚科学、食品科学、コロイド界面化学など多岐にわたる分野でのフリーラジカル研究に関わる大きな貢献を果たしてきた。特に、生体関連のラジカル研究は、皮膚基礎科学のみならず油化学関連領域でのESRやESRイメージングによる研究手法として新たな道を切り開いたものである。よって、これらの研究業績は、油化学ならびに関連する分野での進展に大きく寄与し、学術的に高く評された。