

質量分析法を利用した化粧品製剤の評価技術

地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター 石川 雄樹／永川 栄泰
開発本部 機能化学材料技術部 バイオ技術グループ

1. はじめに

化粧品製剤の開発プロセスでは様々な測定機器による多角的な分析評価が必要となる。中には高価かつ操作やメンテナンスに高度な専門知識や技術が必須となる装置群が存在する。日本の化粧品産業のうち約5割は中小企業である¹⁾ことを鑑みると、多くの企業ではこのような装置類を自社内で導入することは難しく、活発な製品開発を阻むボトルネック要因となっている。東京都立産業技術研究センター(以下、都産技研)はこのような産業ニーズに応えるべく、化粧品開発に資する様々な装置群を導入し、機器利用・依頼試験等を通じて企業の製品開発を支援する「ヘルスケア産業支援室(通称SUSCARE[®])」を2020年4月に立ち上げた。様々な装置群の中でも、質量分析計は物質の分子量に由来する情報を直接的に取得することが可能であり、化粧品の評価を行う上でも強力かつ有用なツールとなり得る一方、高額機器かつデータ取得・装置取り扱いに高度な専門知識が必要となる装置の代表格でもある。SUSCARE[®]では2021年にイメージング測定が可能なマトリックス支援レーザー脱離イオン化型(MALDI: Matrix Assisted Laser Desorption Ionization)質量分析装置を導入し、技術支援を開始した。

本稿では、これまでの支援業務の中で得られた

知見を基に質量分析法で得られるデータの読み取り方について取り上げるとともに、MALDI型質量分析法を利用した化粧品製剤評価事例について解説する。

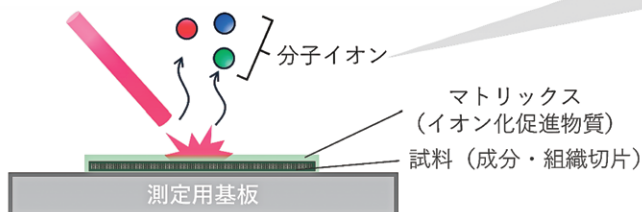
2. 質量分析法の原理・MALDI法によるイオン化

質量分析装置とは、測定対象の物質を構成する分子または原子の質量を測定できる機器である。化合物や無機元素の質量、すなわち分子量や原子量に由来する情報を取得できるため、特定の成分の有無判断や未知物質の同定が可能となる。装置構成はイオン化部(イオン源)と質量分析部(検出器)からなり、それぞれ種々のタイプが存在し、組み合わせ次第で質量分析装置の特徴が異なる。

質量分析を行うためには、何らかの方法で測定対象にエネルギーを与えて「イオン化」させる必要がある。イオン化することで荷電粒子となった対象物質は電磁場内で移動させることが可能となり、これを検出器へと導くことが質量分析装置共通の原理となる。裏を返すとイオン化が起らない・イオン化効率が低い物質は質量分析において検出不可もしくは低感度での検出となってしまうため、質量分析における肝となる重要な工程であるといえる。イオン化法はこれまでに様々な方法が考案・実用化されており、方法ごとにフラグメ

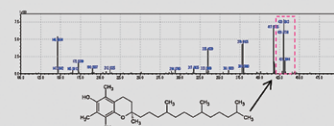
①試料にレーザー照射する

②試料表面から飛び出した分子イオンを質量分析装置の検出器に引き込み検出する



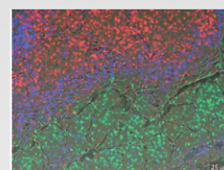
得られるデータの種類・用途

○マスペクトル



・分子量情報を得ることができる
→製剤中成分の定性・定量

○イオンマッピング



・走査測定したスペクトルデータを並列表示することでマッピング像を得ることができる
→製剤中成分の分布状態の把握

■図1 MALDI法のイオン化原理・得られるデータの概要

ンテーション（分子開裂）のしやすさ、生じるイオン種の傾向、接続可能な装置種類が異なるなどそれぞれに特徴を有している。その中で本稿では都産技研で化粧品の評価支援に利用しているMALDI型装置のイオン化法に焦点を当てて解説する。

MALDIによるイオン化法の概要を図1に示す。平面基板上に配置した成分溶液の乾固物や組織切片の表面に光学レーザー照射を行い、ターゲット

穏和であり有機化合物の検出において分子構造の開裂が生じにくく、構造を保ったままイオンを検出しやすいソフトイオン化法であることが挙げられる。LDI法はマトリックスに由来する多数のイオンが生じないためノイズレスな質量情報を得られる利点がある一方で、イオン化効率が低く検出感度が低くなることが知られている。多孔質やナノ粒子等により構成された微細構造表面上にレーザー光を照射すると、局所的なエネルギー吸収等

これ以降の閲覧を希望の場合は、本誌をご購読ください。