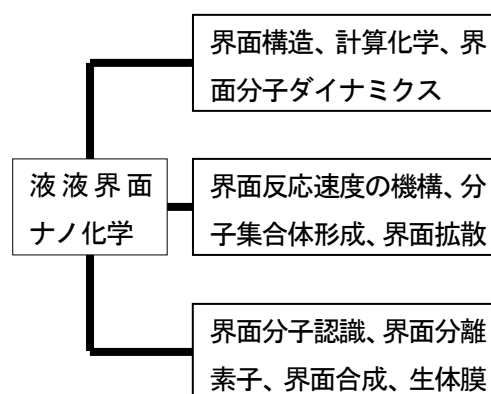


ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. 分析化学
中項目	1-13. 界面分析
小項目	1-13-1. 気液・液液界面分析

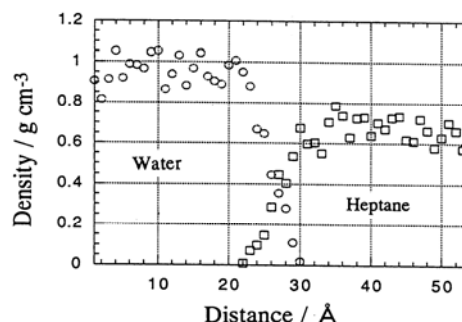
概要（200字以内）

液液界面の計測法は、溶媒抽出における界面の役割の研究や界面イオン移動ポルタンメトリーの研究の中で発展した。分光法の導入と測定に適した比界面積の増大法が発展の鍵となった。高速攪拌法、遠心液膜法、二相シースフロー法、全内部反射法などが、吸収、蛍光、ラマン散乱、二高調波発生などと組み合わせられ、界面反応の機構が明らかにされた。気液界面の分析法では、Langmuir-Blodgett 膜を利用する分光研究が普及した。



現状と最前線

溶媒抽出における界面の役割は、分析化学だけでなく、工業的抽出においても解明すべき重要課題である。界面の研究は、従来は界面張力の測定が主であったが、比界面積の安定な増大法と各種分光法の組み合わせにより、界面反応解析法が格段に発展した。分子動力学シミュレーションも発達し、界面の視覚化に貢献した。純溶媒間の界面の厚さは、右図に示すように、1 nm



以下であると理解されている。比界面の増大法としては、高速攪拌法、遠心液膜法、マイクロシースフロー法、マイクロセル、単一液滴法などが利用された。分光法としては、吸収、蛍光、ラマン散乱スペクトルの他に、二光子蛍光、第二高調波発生（SHG）、和周波発生（SFG）などが応用された。顕微分光法の利用は、バルク相と界面の反応を分離して計測・解析することを可能にした。最近の液液界面計測法により、解明されたいくつかの研究例を以下にまとめる。

1) 液液界面における単一分子計測

薄層二相マイクロセルと全内部反射蛍光顕微鏡を用い、シングルフォトンカウンティングモードで、液液界面の直径 830nm の領域を横切る単一インドカルボシアニン色素分子のフォトンバ

ーラスト時間が測定された。最長フォトンバースト時間が830nmを横切る時間であるとして、拡散定数と界面粘性率が評価された。

#### 2) 高速攪拌法と遠心液膜法による界面錯生成速度と溶媒抽出速度の解析

抽出試薬の界面濃度と溶媒抽出速度が同時に測定され、界面反応の速度則が解析された。キレート抽出系、イオン会合抽出系、および協同抽出系の速度論的機構がこれらの方法により解明された。その結果、溶媒抽出における界面の役割は、①抽出試薬や中間錯体が界面に吸着し、反応する点で触媒と同様の機能を持つ、②界面では容易に二次元濃厚状態が生じるため、分子集合体が生成しやすいことが明らかにされた。液液界面においても、臨界ミセル濃度(cmc)のような相転移濃度が存在することが見出された。

#### 3) 液液界面吸着と分子集合体生成反応のラマン散乱測定

遠心液膜法を用いる共鳴ラマン散乱測定により、界面、水相、有機相のそれぞれに存在する化学種が決定され、界面反応速度の機構も研究された。

#### 4) 液液界面における円二色性分散測定

遠心液膜法により、界面に生成した化学種のオプティカルキラリティーが計測された。また、液液界面共鳴SHG法において、右、左円偏光により発生するSHG強度差より、液液界面のSHG-CDが測定された。液液界面におけるキラル分子認識反応が、直接的に測定されるようになった。

#### 5) 気液、液液界面非弾性散乱測定

界面の熱ゆらぎにより生じる界面張力波(リップロン)が、時間分解準弾性レーザー散乱法により測定され、ミリ秒レベルの界面張力の経時変化が測定された。

#### 6) 界面SFG測定

空気/水および四塩化炭素/水界面のSFGスペクトルが測定され、分子動力学シミュレーションとの比較から、界面における水分子の配向状態が決定された。

#### 7) 気液界面の研究には、Langmuir膜をガラス基板に移したものが分光測定により研究された。

### 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

1) 界面反応の外場制御、2) 界面構造解析法の進展、3) 界面分離試薬の設計と界面分離法の最適化、4) 界面化学種、界面微粒子の磁気特性計測、5) 界面のキラル計測法の確立、6) 界面反応計算化学シミュレーションの進歩

・10年後までに解決・実現が望まれる課題

1) 界面特異反応の体系化と界面分離分析法の確立、2) 界面顕微分光イメージング法の進歩、3) 生体膜反応のナノ計測とナノ制御法の確立、4) 液液界面ナノ化学の確立

### キーワード

液液界面ナノ化学、界面錯形成反応、界面ダイナミクス、界面分光、界面分離

(執筆: 渡會 仁 )