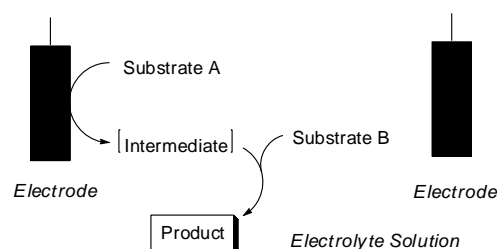


ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	2. 有機／生物電気化学
中項目	2-1. 有機電気化学
小項目	2-1-2. 有機電解合成

概要（200字以内）

電極電子移動等によって有機合成反応を行う有機電解合成は、原理的には反応系内に酸化剤、還元剤などの試薬を投入する必要がないため、電子が試薬としての役割を果たす、クリーンな反応系が構築される。また、電極、溶媒、支持電解質などの種類により、多様な化学反応を実現できる。今後は、連続電解法による高い生産性の獲得、機能性電極との組合せによる特異な化学反応の実現など高度な技術的発展、応用が望まれる。



現状と最前線

有機電解合成は、反応溶液に電極を挿入し、通電することにより多様な有機合成反応を実現するものである。原理的には反応系内に酸化剤、還元剤などの試薬を投入する必要がないため、電子が試薬としての役割を果たす、極めてクリーンな反応系が構築される。また、電極、溶媒、支持電解質などの種類により、多様な化学反応を実現できる。さらに、特定の物質を電極で酸化または還元することにより生成した物質を標的物質の酸化剤または還元剤として利用することができれば、電極で再生することにより、微量物質を触媒的にリサイクルしながら目的とする化学反応を行うことができる。このような電極電子移動ともなう合成反応は、生体内における物質変換と類似メカニズムを有するものも多く、生体反応を模倣した化学反応システムの応用にも利用されている。また、高分子、機能性材料、天然物合成などへの応用も広く進められている。

支持塩量を削減または使用しない有機電解合成法

有機電解合成では通常、電極電子移動のために支持電解質の添加を必要とする。とりわけ大スケールで合成する場合、大量の支持塩を消費するため、実用的な見地から問題になることがある。最近このような問題を解決するため、固体支持塩による通電、混合可能な二相溶液系を用い、均一時に通電し、反応完了後には相分離により、生成物と支持塩を簡便に分離する方法

などが開発されている。また、マイクロフロー系において通電することにより、支持塩を使用しない連続電解合成反応系も構築されている。

触媒電氣量で進行する有機電解合成法

有機電解合成では通常、基質 1 モルあたり 1～2 ファラデーの電氣量を通電する必要がある。しかし、反応の種類によっては触媒電氣量で目的とする反応が完結するものもある。これは、基質の放電によって生成したラジカルやイオンが新たな基質から電子を奪うなどの経路により、触媒量の電氣量で進行するものである。電極電位や反応溶媒などの特性を精密に制御が必要であるが、エネルギー効率の高さ、反応の開始、終了を外部制御により実現できるなど、一般的な化学反応とは異なる優れた特徴の一つとすることができる。

連続的電解反応による化学反応の制御

フロー電解法などの導入によって、不安定中間体の生成、反応を制御する精密合成化学の構築、連続合成による高い生産性などが実証されている。また、接触水素添加などへの応用においては、従来法に比べて高い反応性、安全性が確保されている。

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
 - 物質選択性の高い電極電子移動法の開発
 - 支持電解質を実質的に使用しない広範な合成反応への応用
 - 工業プロセスへの応用
 - 生体分子構造変換への応用

- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 電極の構造が均一系溶液系に極めて近い反応システムの構築
 - 任意の有機溶媒、水等に溶解した試料を連続的に生成物に変換できるフロー合成法
 - 触媒電氣量で進行する有機電解法による物質生産技術
 - 生体反応を模倣した物質生産システムの構築

キーワード

電極、支持電解質、炭素-炭素結合形成、グリーンケミストリー、触媒

(執筆者: 千葉一裕)