

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	1-1. 子・分子スペクトル分析
小項目	1-1-6. 化学発光分析

概要（200字以内）

化学結合の解裂や酸化・還元種の電荷（電子）再結合反応で生じる励起分子からの発光に基づいて分析を行う方法が化学発光分析である。化学発光分析においては、励起光源を必要としないという、他の分光分析法とは異なる大きな特徴を有する。したがって、化学発光の感度は光検出器の感度に依存する。高感度な光検出器の開発とその利用により、化学発光計測に基づく単一分子検出レベルの高感度マイクロ計測システムの開発が可能であると予想される。

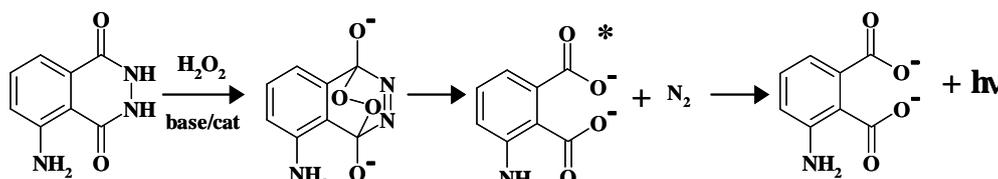


溶液中におけるルミノール発光

現状と最前線

化学発光（Chemiluminescence: CL）は化学結合の解裂反応や酸化・還元種間の電荷（電子）再結合反応によって生じる余剰エネルギーが生成物に加わって生成する励起状態からの発光であり、様々な化学発光系が知られている。また、化学発光に関連した研究として、電気化学発光（Electrochemically Generated Luminescence: ECL）や生物化学（Bioluminescence）発光の研究も盛んに行われている。

最も有名な化学発光系としてルミノール（アミノフタルイミド）の発光が知られている。ルミノールはアルカリ条件下、過酸化水素または酸素と触媒の存在下で反応し、6員環のペルオキシド状態を生成する。この6員環ペルオキシドは不安定であるために、直ちに解裂反応を起こして窒素ガスを放出するとともに、同時にアミノフタル酸ジアニオンの励起状態を生成する。この励起ジアニオンからの発光がルミノールの発光（概略中の写真および下記の反応式）である。血液（ヘミン）による触媒反応を利用したルミノールによる血液の鑑定（ルミノール



反応)は一般にも良く知られている。また、分析化学の分野においては、清涼飲料水などの水溶液試料中の過酸化水素の微量定量にルミノール発光が利用されている。ルミノールに限らず種々の化学発光系が知られており、分析化学に利用されている。たとえば、ルシニゲンの化学発光を利用したアスコルビン酸の検出、アクリジニウム塩による生体関連物質の分析、一酸化窒素による大気中のオゾンの測定などが例として挙げられる。さらに、過シュウ酸エステル、ポリピリジニルテニウム(II)錯体なども電荷(電子)移動機構を経由する化学発光系として知られている。電極上の酸化還元反応により酸化・還元種を同時に生成させ、これらの化学種間の電子移動反応を経て励起状態からの発光を観測するのが ECL である。マイクロチャネルチップ中に集積化したマイクロ電極を利用することにより、微小空間において酸化還元種を局所的かつ高濃度で発生させることが可能であるため、高感度分析法として期待される。そのため、ECL のみならず、化学発光に基づく化学分析においては、今後、マイクロ化学チップなどを利用した手法が主流になるものと考えられる。

化学発光の大きな特徴は、ルミノール反応のように目視で分析結果を確認できる点である。言いかえるならば、発光励起のための光源は必要なく、化学発光反応を引き起こす容器の他に、光検出器があれば分析が可能になる。したがって、化学発光計測の感度は用いる光検出器や発光の捕集に用いる光学系のスループット(明るさ)に依存する。これは吸光分析や蛍光分析には無い大きな特徴であり、高感度光検出系を利用することにより、化学発光計測を更に高感度化できるはずである。近年、光検出器は小型化・高感度化しているとともに、微小空間における光学測定を可能にするマイクロ光学の研究も発展している。これらの要素技術を組み合わせることにより、化学発光計測に基づく単一分子検出・計測レベルのマイクロ分析システム(μ -TAS、該当項目参照)の開発が可能であると予測される。

参考文献:

最新の分離・精製・検出法—原理から応用まで、梅澤喜夫、澤田嗣郎、中村 洋 監修、エヌ・ティー・エス (1997)

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
化学発光計測型 μ -TAS に基づく超微量分析
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
化学発光計測に基づく単一分子検出・計測レベルのマイクロ分析システムの開発

キーワード

ルミノール発光、電気化学発光、生物発光、 μ -TAS

(執筆者: 喜多村 昇)