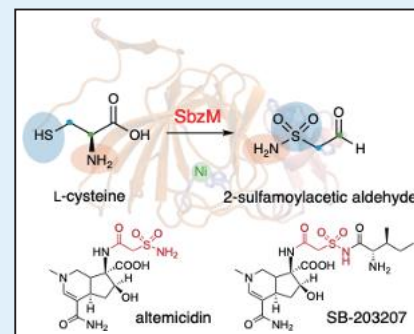


**ニッケル依存性酵素が担う
スルホンアミド形成機構の解明**
Elucidation of Nickel-dependent
Enzymatic Sulfonamide Formation

スルホンアミド基は、抗菌薬や抗がん剤、農薬など多様な生理活性分子に見られる重要な官能基であり、分子の安定性や標的分子との相互作用に大きく関与する。一方で、自然界においてスルホンアミド基を有する天然物は限られており、その生成機構はほとんど解明されていなかった。筆者らは、放線菌が生産する天然物アルテミシジンの生合成に関与するスルホンアミド合成酵素 SbzM に着目し、その構造・機能・反応機構を解析した^{1,2)}。X線結晶構造解析、生化学実験、安定同位体標識、分光学的解析、計算化

学を組み合わせた結果、SbzM は既知の鉄依存性システイン酸化酵素とは異なり、ニッケルイオンを選択的に利用してL-システインからスルホンアミド構造を形成する新奇酵素であることが明らかとなった³⁾。特に、本酵素はNi²⁺/Ni³⁺酸化還元サイクルと2分子の酸素を用い、脱炭酸と硫黄酸化を段階的に進行させることでスルホンアミド基を構築する。これは、金属元素の違いが酵素反応経路を大きく変化させることを示す重要な例であり、天然物生合成における金属酵素反応の多様性を理解する上で新たな知見を与えるものであった。今後、類縁酵素の開拓、機能解析、酵素工学的改変等を通じて、多様なスルホンアミド含有化合物の生合成機構の解明や、酵素的合成へと



展開していくことが期待される。

- 1) Z. Hu et al., *Nat. Commun.* **2019**, 10, 184.
- 2) L. Barra et al, *Nature* **2021**, 600, 754
- 3) Y. Zhu et al., *Nat. Catal.* **2026**, 9, 295.

森 貴裕 東京大学大学院薬学系研究科

© 2026 The Chemical Society of Japan

Shadow 電気化学発光イメージング
Shadow Electrochemiluminescence
Imaging

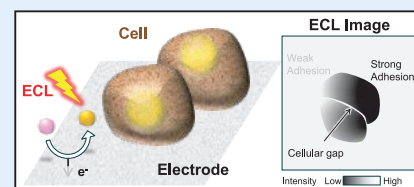
電気化学発光 (Electrochemiluminescence, ECL) は、電気化学反応を駆動力とした発光現象である。蛍光法とよく比較されるが、蛍光測定におけるバックグラウンドノイズの原因となる励起光が不要なため、ECLを利用した高感度アッセイが可能である。現在、ECL 試薬をタグとして使ったイムノアッセイキットが市販されている。

ECL を用いた新規手法として、電気化学反応が電極界面近傍のみで起こるという特性を利用したイメージング法が開発されている。この技術では、電極上に電極反応を阻害するものが存在すると、その部分だけが影として ECL イメージに現れることを利用しており、Shadow

ECL イメージングと呼ばれている。例えば、絶縁体である細胞を電極上で培養すると、その形状が影として現れる。一方で、細胞間の隙間は ECL 物質 (例: [Ru(bpy)₃]²⁺) が通過できるため、ECL イメージでは細胞間の隙間が発光して見える¹⁾。このシグナルを解析することで、非標識で細胞間結合の程度を可視化できる。

細胞間結合だけでなく、細胞-足場 (電極) 間の相互作用 (接着力) も可視化できる。これは、相互作用に応じて、その隙間に ECL 試薬が入り込む量が変わるからである。この原理を用いて T 細胞と T 細胞レセプターを固定化した電極との相互作用を可視化できている²⁾。

このように、電極界面の状態を発光シグナルに置き換えてサンプルの「影」を見ることで、様々なバイオイメージング



が可能になっている。ナノスケールの Shadow ECL イメージングも可能となっており³⁾、今後のさらなる発展が期待されている。

- 1) H. Ding et al., *Angew. Chem., Int. Ed.* **2021**, 60, 11769.
- 2) Y. Yan et al., *Angew. Chem., Int. Ed.* **2023**, 62, e202314588.
- 3) X. Gou et al., *Angew. Chem., Int. Ed.* **2026**, 65, e21654.

伊野浩介 東北大学大学院工学研究科

© 2026 The Chemical Society of Japan