

ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

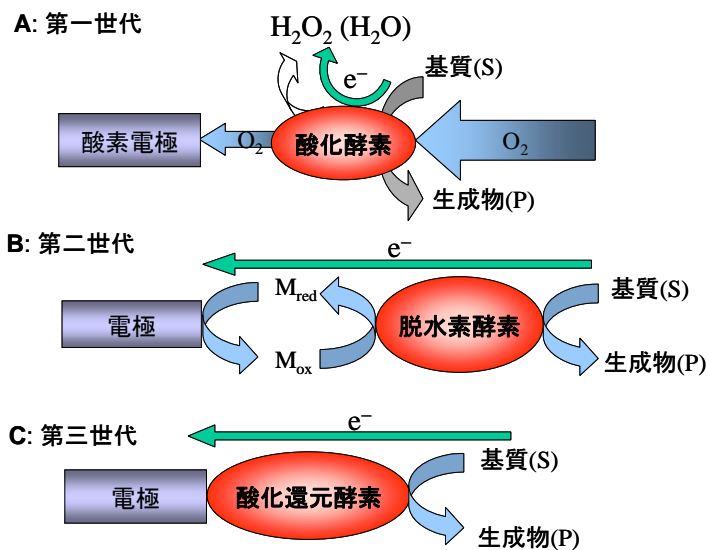
大項目	1. 分析化学
中項目	1-5. 電気化学分析
小項目	1-5-3. 生物電気分析化学 (酵素電子移動を含む)

概要 (200字以内)

酵素機能を利用する電気分析化学測定系 (バイオセンサ) は、一部実用化段階に入った。臨床系だけでなく食品系のセンサとして益々発展するであろう。現状では単一物質のアンペロメトリ型検出が主流であるが、今後は、多項目検出やクーロメトリ型検出が重要になる。酵素—電極間の直接電子移動に関しては、カーボンナノチューブ等を利用する研究が急激に増えているが、その反応の理解という意味で進展が望まれる。

現状と最前線

酵素機能を利用する電気分析化学系としては、第一世代型から第三世代型までが提案されている。第一世代型は、例えば酸素電極に酸化酵素を固定化する形式であり、狭義の酵素電極と呼ばれる。シグナルを安定化しやすく実分析的意義はあり HPLC の検出器等として市販されている。しかし、電極反応と酵素反応が共役していないため、学問的発展性には乏しい。第二世代型は、メディエータを用いて酵素反応と電極反応を共役させる電極系で、血糖センサ等で実用化されている。基本的にはどの酸化還元酵素にも適用でき、電流密度を向上させることも比較的容易である。この系の電極反応理論はほぼ完成している。今後は、マイクロ化も含めた多項目検出のための装置開発、高機能・高選択性の酵素の探索と改変、メディエータの探索と開発、固定化法の開発が主要な研究課題となるであろう。第三世代型は、メディエータを用いず、酵素反応と電極反応を共役させる酵素触媒機能電極系である。実施例が限られているが、最近では 10 mA cm^{-2} にも至る電流密度も実現された。第三世代型の電極反応シグナルは複雑であり、それらを一般



的に説明できるモデルは未だ提唱されていない。酵素と電極間の直接電子移動には電極基材との相互作用も非常に重要であり、カーボンナノチューブ等を利用する報告も急増している。しかし、その本質的理解はほとんどできていないのが現状である。この反応系はナノバイオとしての最先端であり、そのインパクトは非常に大きく、その実施例が増え、反応系の理解が深まることが切望されている。一方、現状のバイオセンサは、アンペロメトリ型が多いが、今後は酵素活性の変動に影響されにくいクーロメトリへの展開も重要になるであろう。また、第二、第三世代とも、酵素反応と電極反応が共役しているため、バイオ電池等のエネルギー変換素子への応用も活発になされている。その延長として発電と一体型のバイオセンサの開発も提唱されている。

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
多項目検出用アンペロメトリ型バイオセンサの創成
酵素の基質特異性の向上
酵素・メディエータの電極固定化法の改良
高分子型メディエータの設計・開発
クーロメトリ型バイオセンサの開発
第三世代型酵素機能電極系での電流密度の向上
使い捨て型バイオ電池の試作

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 μ Tas型多項目検出用バイオセンサの創成
第三世代型原理に基づく酵素機能電極の理解
バイオ電池の実用化

キーワード

酸化還元酵素, 酵素機能電極反応, バイオセンサ, バイオ電池

(執筆者：加納健司)