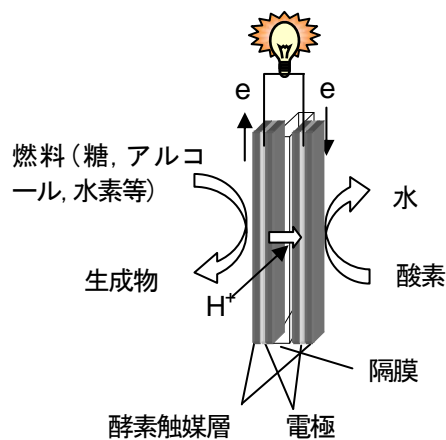
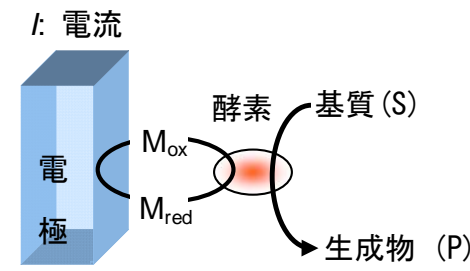
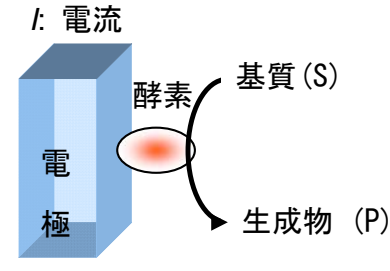


ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	1. エネルギー変換
中項目	1-1. 電池・燃料電池
小項目	1-1-9. 生物燃料電池

<p>概要（200字以内）</p> <p>酵素を間接電極触媒とし、ブドウ糖を燃料とする電池では、パッシブ型の4x4x4cm³大の電池で50 mWの出力が実現されている。酵素直接電極触媒型では、一室型（隔膜ナシ）電池で果糖を燃料とする場合に、1 mW/cm²にせまる出力が得られている。更なる出力の増大、サイズの縮小、長寿命を目指す実用化研究が進むと思われる。</p> <p>微生物をアノード触媒とする場合においても、10 μW/cm³程度の出力が可能となり、反応の実態についての解明が進むと思われる。</p>	
---	---

現状と最前線

<p>生物燃料電池はバイオ電池とも呼ばれ、酵素間接触媒型（図A）と直接接触媒型（図B）について、主として糖類を燃料とする研究が進められている。</p> <p>各種多孔性炭素材料を用い、高密度に酵素触媒系を集積した電極の構築が研究の中心となっている。メディエータ、酵素の選択も重要な課題である。特に、酵素触媒活性は溶液 pH に強く依存するので、アノードとカソードに用いる酵素の最適 pH を考慮した条件設定が研究の鍵となっている。</p> <p>現在のところ、間接型（図A）バイオ電池ではアノード反応：$\text{グルコース} \rightarrow \text{グルコラクトン} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ とカソード反応：$1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ を組み合わせた4x4x4 cm³大のパッシブ型電池で50 mWの出力が実現している。アノード反応には、</p>	 <p>(A) メディエータ型 バイオエレクトロカタリシス</p>  <p>(B) 直接バイオエレクトロカタリシス</p>
--	---

メディエータとしてビタミンK₃とNADHを、酵素としてグルコース脱水素酵素とジアホラーゼを用い、カソード反応にはそれぞれ、ヘキサシアノ鉄酸塩とビリルビンオキシダーゼを用いており、隔膜としてセロファンを用いている。

直接型バイオ電池についても最近研究が活発になり、カソード側触媒としてビリルビンオキシダーゼやラッカーゼなどマルチ銅酵素が注目され電極触媒反応の研究が活発に行われている。アノード側触媒としては、直接電子移動が知られているヒドロゲナーゼや糖類脱水素酵素(キノンやフラビンをコファクターとするヘム含有酵素)が候補と期待されるが、バイオ電池としての研究は現在数例にとどまる。その中で、フルクトース脱水素酵素をアノードに、マルチ銅酵素をカソードに用いた研究では、果糖を燃料として攪拌1 mW/cm²と間接型に匹敵する出力が得られている。隔膜を使用しておらず電池サイズの微小化が容易という利点を有する。なお、アノード側のみに酵素を使用した研究もあるが、カソード側に用いる無機触媒のpH7付近での高い活性実現は新しい挑戦である。

酵素ではなく、微生物を触媒とする生物燃料電池についても最近関心が復活してきた。アノード側を嫌気条件にした状態で数ヶ月にわたって10 μW/cm²程度の出力が可能となっているが、反応の実態はよく分かっていない。

文献：“バイオ電気化学の実際—バイオセンサ・バイオ電池の実用展開—” 池田篤治監修、シーエムシー出版、2007年

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
酵素電極系の安定性向上（作動条件下三ヶ月以上）。電極サイズの縮小（電流密度向上）
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
応用分野を明確にした実用化研究（技術開発）

キーワード

バイオ電池、ブドウ糖電池、微生物電池、

(執筆者：池田篤治)