

【基盤研究(S)】  
理工系(化学)



研究課題名 バイオサイエンスを支えるイオン液体の開発

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授

おおの ひろゆき  
大野 弘幸

研究分野: 化学

キーワード: 生体機能応用デバイス

【研究の背景・目的】

構成イオンをデザインし、融点を著しく低くした塩は室温でも液状で、イオン液体と呼ばれる。分子性液体とは全く異なる特性を有しているため、新規反応溶媒としての展開など爆発的に研究例が増加している。本研究は、有機イオンの構造の多様性に注目して、バイオサイエンス分野に貢献できるイオン液体の設計を目的とし、従来の水系に依存した生物化学を非水系に展開するものである。特に将来のエネルギー危機に対処するための非水系バイオマス燃料電池と、空気中で安定作動する細胞工学デバイスの作製を行うための基礎を確立することを最終目的とする。

具体的には、以下の項目を目標とする。

- (1) バイオマスからセルロースなどの有用物質を非加熱で抽出できるイオン液体を開発する
- (2) イオン液体中で機能するよう設計された酵素類により、セルロース類をグルコースやセロビオースなどに変換する
- (3) 多種類のバイオマスをエネルギー源とし、幅広い条件で安定作動する非水系バイオマス燃料電池を試作する
- (4) 細胞活性を保つことのできるイオン液体の開発にチャレンジし、空気中で機能する細胞ビルドアップデバイスの基礎を確立する

【研究の方法】

これまでに蓄積してきた数百のイオン液体のデータベースを駆使して、構成イオンの構造と塩の物性の相関を整理し、高極性イオン液体を設計し、バイオマスからのセルロース類の抽出能力を評価する。また、さまざまな機能イオン液体を設計し、天然高分子の溶媒、担体として評価する。

バイオ燃料電池に用いることのできる酵素群をイオン液体中に高次構造を保ちながら可溶化あるいは固定させる方法論を検討する。直接溶解のほか、必要であれば酵素表面への両親媒性物質の化学修飾を行い、イオン液体との親和性を改善する。その後、基質を溶解させたイオン液体中での酵素反応を促進させる。電極上の酵素反応はエネルギー密度が低いので、高効率でエネルギー抽出を行えるよう、金などからなるナノ粒子を修飾した電極を用いてバイオ燃料電池の構築を進める。

昆虫細胞や心筋細胞をイオン液体中で機能させ

るための方法論を開拓し、細胞をパターン配列させたアレイをイオン液体中で機能させ、細胞アクチュエーターとして評価する。純粋なイオン液体ではこの課題は達成できないであろうから、水の機能を有効に利用した混合系の展開も併せて検討する。

【期待される成果と意義】

従来の分子性溶媒では達成できなかった「イオン液体ならではの科学」を確立することにより、様々なバイオ分野へのイオン液体の展開の基礎を築くことができる。例えば、イオン液体中でバイオマスからセルロースを抽出し、分解し、酵素反応により直接エネルギーに変換する3段階のステップを one-pot で行うことが可能となる。これにより、現在は廃棄されている莫大な量のバイオマスを有効に且つ省エネルギー的に処理し、新たなエネルギー源として利用できる。

また、これまで不可能とされてきた非水系での細胞機能維持が可能となれば、空気中で作動するバイオマイクロアクチュエーターの構築などが可能となるものと期待される。

このように、本研究ではバイオサイエンスには水が不可欠であるという盲信的な考えを改め、幅広い条件でバイオ物質を機能させることを目指し、より扱いやすいバイオデバイスの設計につながる基礎を確立する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ H. Ohno and K. Fukumoto, "Amino Acid Ionic Liquids" *Accounts of Chemical Research*, 40, 1122-1129 (2007).
- ・ H. Ohno Ed., "Electrochemical Aspects of Ionic Liquids" Wiley Interscience, New York (2005).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

145,600千円

ホームページ等

<http://www.tuat.ac.jp/~ohno/index.html>