The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	セルロースからの直接エネルギー変換システム
Author(s)	菅野, 康仁
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/334
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【19】

氏　　名	菅　野　康　仁（すが の やす ひと）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２４１９０　号
学位授与年月日	平成 22 年 9 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科精密科学・応用物理学専攻
学　位　論　文　名	**セルロースからの直接エネルギー変換システム**
論文審査委員	（主査） 教　授　民谷　栄一 （副査） 教　授　笠井　秀明　　教　授　小林　慶裕 神戸大学大学院工学研究科教授　近藤　昭彦

論文内容の要旨

近年、持続可能な循環型社会の形成のため、化石資源をもとに行われてきた、プラスチックや繊維などの工業原料および自動車用燃料などのエネルギー供給を、セルロースなどの廃棄または未利用のバイオマス資源で代替するバイオリファイナリーの導入が求められている。しかし、セルロースは難溶性・難分解性であり、そのエネルギー利用にはエネルギーコストの高い反応プロセス（糖化および発酵）を経る必要があり、セルロースからのエネルギー変換効率が低いという現状がある。

本研究では、電気化学的に不活性なセルロースを、金電極の糖酸化に対する触媒能が発現できるアルカリ環境下で分子分散させることで、セルロース分子と金電極が電気化学的に相互作用できることを見出した。これにより、従来不可能であったセルロースからの直接エネルギー変換が可能となり、従来技術に必須の糖化および発酵プロセスを介さず、直接セルロースから電気エネルギーの供給が可能な、新しいセルロース燃料電池の構築に成功した。また、セルロースの化学エネルギーを電気エネルギーに変換する反応過程で、水不溶性のセルロースが水可溶性の酸化セルロース誘導体に変化することがわかった。さらに、このセルロースの電気化学的酸化反応は、複数の電子移動が関与する多電子酸化反応であることが示唆され、その反応機構に関する知見も得られた。また、この酸化セルロース誘導体は、もとのセルロースに比べて酵素による被糖化能が高いことがわかった。この酸化セルロース誘導体のモノマー分子からさらにエネルギーを取り出すことを目的として、糖の分解反応を触媒するバイオミメティックな人工酵素の作製を試みた。化学修飾した カーボンナノチューブを用いて、糖を分解する酵素セルラーゼの触媒活性中心の構造を人工的に再構築することで、酵素と同様の触媒機能を発現できる可能性が示唆された。本人工触媒により、セルロースからのエネルギー変換効率の向上だけでなく、従来とは異なる方向から生命の本質に迫る研究展開に寄与することが期待される。本研究で提案するセルロースからの直接エネルギー変換システムは、セルロースから電気エネルギーを取り出しながら、ポリマー系工業原料も同時に生成できるユニークなセルロースリファイナリーシステムとして、次世代の循環型社会に寄与することが期待される。

論文審査の結果の要旨

本論文は、次世代の石油代替資源であるセルロースから直接電気エネルギーに変換することを試み、既存の研究とは異なる視点からバイオマスの利用に関する新しい提案を行っている。以下に、本論文の要点を簡単にまとめる。

1. 電気化学的に不活性なセルロースを、金電極の糖酸化に対する触媒能が発現できるアルカリ環境下で分子分散させることで、セルロース分子と金電極が電気化学的に相互作用できることを見出した。これにより、従来不可能であったセルロースからの直接エネルギー変換が可能となり、従来技術に必須の糖化および発酵プロセスを介さず、直接セルロースから電気エネルギーの供給が可能な、新しいセルロース燃料電池の構築に成功した。

2. また、セルロースの化学エネルギーを電気エネルギーに変換する反応過程で、水不溶性のセルロースが水可溶性の酸化セルロース誘導体に変化することが明らかになった。さらに、このセルロースの電気化学的酸化反応は、複数の水酸基由来の電子移動が関与する酸化反応であることが示唆され、その反応機構に関する知見も得られた。また、この酸化セルロース誘導体は、反応前のセルロースに比べて酵素による分解能が高いことも明らかとなった。

3. 次に、セルロースなどの糖類の分解反応を触媒するバイオミメティックな人工酵素の作製を試みた。化学修飾した カーボンナノチューブを用いて、糖を分解する酵素セルラーゼの触媒活性中心の構造を人工的に再構築することで、酵素と同様の触媒機能を発現できる可能性が示唆された。

以上のように、本論文は,未利用資源であるセルロースから直接エネルギー変換する新しいシステムを提案・実証したもので、次世代の循環型社会の基盤要素技術として期待される。これらの成果は、応用物理学、特にバイオエレクトロニクスに寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。