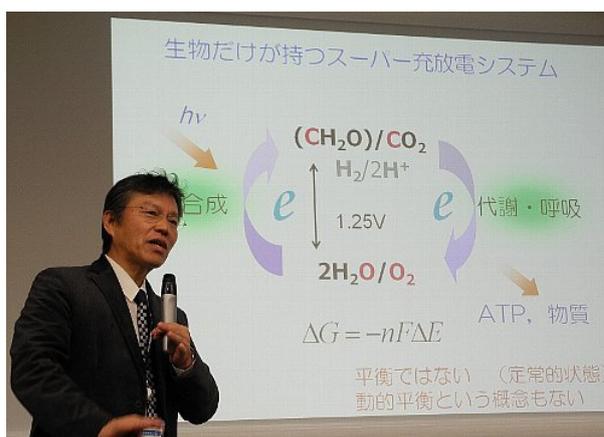


生物の力を借りたバイオマスの電気への変換

京都大学が東京・品川の「京大東京オフィス」で開く連続講座「東京で学ぶ 京大の知」(朝日新聞社後援)のシリーズ9「身近なナノテクノロジーの世界」。2012年11月29日に第1回の講演があり、「生物の力を借りたバイオマスの電気への変換」をテーマに、加納健司・京都大学農学研究科教授が、進化を続けるバイオ電池技術などを紹介した。



光合成と代謝・呼吸によって充電・放電する生物の仕組みを解説する加納教授

ることができる。「ウナギの発電はごく短時間しか持続できないので、人間がこれをそのまま電気エネルギーとして使うことはできませんが、これをヒントに何か面白いことを考えよう、というのが私たちの研究です」

「ナノテクノロジー(ナノテク)」という言葉は21世紀に入ってからよく聞くが、一般人にはなじみが薄い。「ナノ」は10億分の1を意味する言葉。1ナノメートルは1メートルの10億分の1。地球の直径を1メートルとすれば、1ナノメートルは1円玉の直径ぐらいの比率だ。ちなみにDNAの幅は、約2ナノメートルだという。

そんなきわめて小さい、分子や原子の大きさのレベルで物質を加工したり素材を開発したりするのがナノテクだ。ナノテクを利用することで、様々な分野で技術革新が期待

●電気ウナギがヒント

講座は、電気ウナギの紹介から始まった。「『生物と電気』と聞いて、最初に思い浮かぶのはこれではないでしょうか」。加納健司教授はそう言いながら、電気ウナギの写真を見せた。

電気ウナギは「発電板」という細胞を数千個もち、最高で600～800ボルト(V)の電圧を発生させ

されている。加納教授が研究している生物電気化学の分野では、たんぱく質の分子内での電子移動などが「ナノ」の世界で行われている。

ひとつの例が光合成や呼吸だ。植物が光合成をするときや、生物が呼吸するときには様々な物質の間で電子のやり取りがなされており、結果として膜の両端に0.1~0.2V程度の電圧が生じるという。加納教授は「『たかが0.1V』と思われるでしょうけど、『されど0.1V』で、一価のイオンや電子が0.1V移動するエネルギーは、ガスの温度を1160度ほど上昇させることに相当します。そしてこのような光合成や呼吸における電子のやりとりは、生物だけが持つ『スーパー充放電システム』です」と言った。

こうした生物の能力を、酵素などの触媒を生かして応用しようというのが、加納教授らが行き組む『e-Bio』というプロジェクトだ。「『e』はelectron、energy、ecologyの頭文字ですが、単純に『いいバイオ』という意味もあります」と加納教授。会場も沸いた。

●すぐれもの1 血糖値センサー

加納教授は「e-Bio」でもっとも実用的に成功している例として、血糖値センサーを紹介した。近年、世界的に糖尿病患者が増えている。深刻な合併症などを防ぐために、患者自身が日々正確に血糖測定を行うことが重要になっており、センサーへの需要は高まっているという。

加納教授らが「パナソニックヘルスケア株式会社」と開発している血糖値センサーは、「グルコース脱水素酵素」という酵素の働きを利用する。この酵素は、血液中のグルコース(血糖、ブドウ糖)に触れると、グルコースを酸化する。そのときグルコースの電子は酵素を介して電極に移る。グルコースの量が多いほど電極に流れる電子の量も多くなり、電流が増大する。したがって、センサーに流れる電流を測れば、血糖値を正確に測定できるという仕組みだ。



簡便な血糖値センサーの写真は、多くの受講者の関心を集めていた

教授は「ごく少量の血液で測定でき、短時間で済むので、患者のQOL(生活の質)の改善に寄与しています」と強調した。装置の小型化にもつながり、患者が旅行や出張などをするときも持ち運びしやすくなっている。

「この血糖値センサーは世界でも抜群の性能を持っています。酵素の扱い方や電気化学は、もともと日本が得意な分野です。オールジャパンの力を集めて、このような優れた製品ができていることを知っていただければうれしい」

●すぐれもの2 微生物バイオ電池

加納教授が次に紹介したのは、「微生物バイオ電池」だ。生物はすべて「えさ」としての有機物を代謝分解するときに、電子を放出する。酸素呼吸ではその電子は酸素に渡される。微生物のような環境対応力の大きな生物を使い、この電子をうまく電極に渡すことができれば、電流を流せる。教授は「ある環境に、電子を受け取る酸化剤と、電子を放出する還元剤が両方あって、必要なときに電子を流すことができれば、原理的にはどんなものでも電池になります」と話した。



ユーモアを交えた加納教授の話を熱心に聴く受講者ら

微生物バイオ電池をうまく使えば、汚水処理と同時に発電することもできるという。水中や汚泥の有機物を微生物の力で分解して浄化しながら、同時に発電できるシステムだ。「『二兎を追う者は一兎をも得ず』とありますが、うまくやれば夢のようなことができるわけです」

その他にも、バイオディーゼル燃料をつくる際に出る廃グリセリンや、自動車の廃不凍液に含まれるエチレングリコールなど、「電子のかたまり」ともいえる物質から発電することも考えられるという。

●ジュースやコーラで発電！

微生物ではなく、酵素を使うのが「酵素バイオ電池」だ。通常の燃料電池は、白金を電極触媒に使うことが多い。しかし白金は、高価で埋蔵量が少ないのがネックだ。

そこで酵素で代用できないか、という研究が進められている。例えば水素酸化反応の触媒としての「ヒドロゲナーゼ」や酸素還元反応の触媒としての「ラッカーゼ」という酵素は、白金触媒に勝る能力をもっていることがわかってきた。こうした酵素をつかった水素—酸素バイオ燃料電池では、白金触媒による通常の燃料電池よりも高い1.23Vという理論値どおりの開回路電圧が得られるという。

酵素バイオ電池を本格的に研究開発しているソニーの例も紹介された。電池にジュースやコーラを入れると、酵素が液体に含まれるグルコースを分解して発電する。既に、少量の液体で、車のおもちゃなどを動かせるようになっている。また、段ボールを酵素で分解して発電する研究も進んでいる。

加納教授は、「これでエネルギー問題がすべて解決できるかというと、現状ではノーです。しかし、バイオテクノロジーの力をうまく使っていきたいと思って取り組んでいます。酵素の力は本当に素晴らしいです。驚嘆することばかりです」と語った。