

最新科学情報ポッドキャスト番組
ヴォイニッチの科学書

2013年4月27日
Chapter-442
電流生成菌

配信資料



<http://www.febe.jp/>

<http://obio.c-studio.net/science/>

ガラスのコップに植物プランクトン的一种アオコ、乳酸菌、その他の微生物を入れて日光を当てると電気が発生します。アオコは湖などに大量に発生していて水質汚濁の原因となる生物です。



アオコは光合成をしてもものすごいスピードで増殖し、乳酸菌のエサとなります。乳酸菌はアオコを食べて有機物を作り、その有機物を別の微生物が分解して電流を流します。この微生物のことを電流生成菌と呼びます

電流生成菌が作り出す電気のもとには太陽光だと言えますので、これは微生物太陽電池とも言うべきものです。東京大学の研究者らが取り組んでいるこの微生物太陽電池はまだ実験室レベルの技術ですが、汚染対策と発電を同時に行うことができる画期的なシステムとして、将来的には食品工場などの排水の有機物から電気を取り出すことを目指しています。

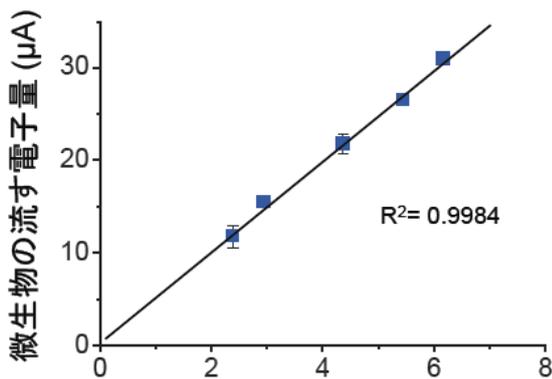
さて、ここで疑問に思われるのはなぜ生きた細菌から電気を取り出すことができるのか、ということなのですが、そこにはシトクロムとフラビンという二種類のタンパク質が関わっています。

細菌が有機物を酸化分解するときには受け取る電子を菌の外にある電極に渡すことによって電流が流れます。電子を細胞の外にある電極へ運ぶ仕組みは最近まで謎でした。

東京大学の研究者らはMR-1という菌を使って研究を行いました。この細菌は細胞内部の電子を細胞の外部へ運ぶために必要な複数のタンパク質を持っています、細菌の表面にはシトクロムと呼ばれる酸化還元反応を起こすタンパク質が存在していて、シトクロムが細菌の電源端子の役目をして電子を電極へ渡します。この部分の詳細な電子の流れを調べることのできる電気化学計測システムの新たに開発して細菌から流れる電子を直接的かつ高感度に観測したところ、フラビンが重要な役目をしていることがわかりました。

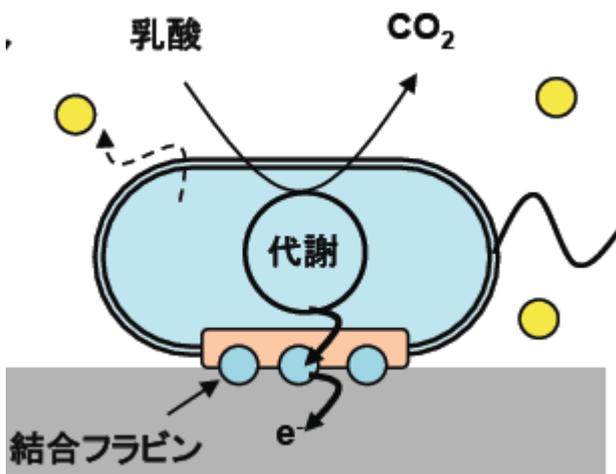
細胞表面と電極との間の電子の移動にフラビンというタンパク質分子が関わっていること自体は以前から知られていました。フラビンは電流生成菌が細胞の外に分泌して電子の運搬役として使っている分子です。この装置を使ってフラビンの挙動を観察したところ、菌から放出されたはずのフラビンは、これまでは科学者は細菌の周辺の液体に溶けた状態になっているだろうと思っていたの

ですが、実はそうではなく、電極に結合した状態で存在しており、電子を電極に渡す際にフラビン分子は電流生成菌の膜タンパク質と結合した状態で相互作用を起こし、横軸に細胞膜のシトクロムと結合したフラビンの量を、縦軸に細菌が流す電子の量をプロットすると非常に相関の高い直線関係にあることがわかりました。



膜シトクロムと組合わさったフラビン量 (μA)

つまり、シトクロムと結合しているフラビンの量が多いほど電子はたくさん流れていた、ということです。このことから電流生成菌が発電するにはフラビンが両面テープのような役目をして電極と細菌を貼り付けていることによって、菌の表面から直接的に電極に電流が流れていることがわかりました。



また、微生物によって燃料を発酵生産する技術の研究も進んでいます。

国際石油開発帝石と東京大学の研究チームは油田やガス田に生息しているメタンを作る細菌に着目しています。この研究はもともと、細菌を利用して採掘した跡の油田にわずかに残っている原油と二酸化炭素をメタンに変換して燃料として利用することが目的でしたが、最近の研究ではある特殊な細菌を使えば原油は不要で二酸化炭素、水素、電気でメタンを作り出すことができることがわかっています。

細菌がこれらの原料からどのようにして電気を作り出しているのかはまだ解明されていません。こちらの技術もまだ実験室レベルですが、生成したメタンから得られるエネルギー量とメタンを作るために消費される電力量はほぼ同等です。そのため、電力源を風力や太陽光などの自然エネルギーを使うことによって、実質電力ゼロで燃料として有効なメタンを作り出すことができる技術です。

そして、バイオ燃料の古株と言えセルロースです。

セルロースは、実際には稲わらや木材のことです。トウモロコシを燃料として利用する際には実を利用することが効率的なのですがこれは食料を燃料として使ってしまうことになります。セルロースは多糖類ではありますが、人間はセルロースを食料にはできませんので、食糧供給を妨げないためには食べることのできないセルロース部分を有効活用できないか、というわけです。セルロースを分解すればメタノールが生成することは明白なのですが、化学的には高い圧力や高い温度が必要なため、より投入する燃料を少なくして効率よくセルロースをメタノールに分解する技術を開発する必要があります。

シロアリの腸内細菌がセルロースを分解できる

ことを応用して、セルロースを原料としたエタノールの発酵生産のための有用な菌のスクリーニングが行われていましたが、最近のおもしろい研究として、イオン液体と呼ばれる特殊な液体を使ってセルロースを分解して糖類を取り出す方法が開発されています、イオン液体を使うと圧力をかけることなく 100 度程度の加熱でセルロースが糖類に分解されますので既存の化学的な方法よりもはるかに投入するエネルギーが少なくて済みます。イオン液体を発光の前段階として使用したバイオ燃料の開発研究を行っているのはトヨタ自動車や九州大学から成る研究チームですが、2020 年代の実用化を目指しています。

ちょきりこきりヴォイニッチ
今日使える科学の小ネタ

▼海洋研究開発機構が水深 7000 メートルまで探査できる新型無人潜水艇を開発



2014 年度から運用を開始する予定のこの探査機は、7000 メートルまで潜って既存の潜水艇の 3 倍にあたる 300 キログラムの岩石や泥を積み込むことができます。7000 メートルまで潜ることができます。

れば領海と排他的経済水域のほぼ全ての海底を調べることができます。また、多くの岩石を持ち帰ることで、深海底に眠る希少資源の状況をより詳しく調べるのに役立ちます。

潜水艇の大きさは縦 3 メートル、幅 2 メートル、高さ 2.6 メートルで重さは 6 トン。海上にある母線とケーブルでつなぎ、電力を供給しながら操作します。建造費は 14 億 3000 万円です。

▼超新星爆発の明るさばらつきがある可能性

恒星が一生を終える際に引き起こす大爆発の一種「1 a 型超新星爆発」の明るさは、これまで一定と考えられていましたが、宮崎大などの研究チームは日本のエックス線衛星「すざく」による観測の結果、ばらつきがある可能性があることが分かったと発表しました。

1 a 型超新星爆発の明るさが一定であることを前提に、観測された明るさの違いから、宇宙が膨張するスピードが加速的に増しているとされています。

▼頭を使うだけで DNA が損傷する

神経細胞の DNA は、放射線や活性酸素などによってダメージを受け、高齢者ではそれらのダメージを修復する能力が低下しているため、アルツハイマー病などの原因になると考えられてきました。けれど、米グラッドストーン研究所の研究によると、頭を使うだけで神経細胞では DNA の二本鎖切断ダメージが起きているようなのです。ただし、普通の人であればこの損傷は速やかに修復されるため、頭を使えば使うほど早く認知機能が低下するというわけではありません。

マウスを住み慣れた飼育籠から取り出して、見

慣れない環境やにおい、感触などで刺激すると、脳のあらゆる部位、特に海馬歯状回の神経細胞で、DNA の二本鎖切断が 3~10 倍程度増加することを発見しました。神経以外の細胞ではそのような DNA の損傷はなく、マウスを元の飼育籠に戻すと DNA の損傷の増加はおさまりました。神経細胞の種類ごとに視覚野、線条体など個別に受けた刺激の強さと DNA の損傷の相関を調べたところ、刺激された神経ネットワークでのみ、DNA 二本鎖切断が誘導されることも確認されました。

この損傷の原因を調べてみましたが、一般に DNA の損傷の原因として知られているストレスホルモンや活性酸素によるものでないことはわかりましたが、詳細は解明できませんでした。また、このような変化が単なる神経細胞への悪影響なのか、それとも刺激に対応するために必要な反応なのかも判断できていません。

▼脳活動データから夢を解読

睡眠中のヒトの脳活動を計測することで、見ている夢の内容をある程度解読することに、株式会社「脳情報研究所 (ATR)」神経情報学研究室の神谷之康室長らと奈良先端科学技術大学院大学、独立行政法人・情報通信研究機構のグループが成功しました。

成人の男性ボランティア 3 人の協力を得て、睡眠中の脳活動を「機能的磁気共鳴画像 (fMRI) 装置」で測定しました。fMRI のデータからボランティアが夢を見ていると判断されると起こして、直前まで見ていた夢の内容を報告してもらい、また寝てもらおうという作業を繰り返すことで、1 人あたり約 200 回分の夢と脳活動のデータを得ました。

これを基に、「本」や「クルマ」など、夢に出てくる約 20 の一般的な物体の画像を起きている 3 人

に見せて脳活動のパターンを調べ、この脳のパターンと夢を見ているときの脳のパターンをマッチングさせるプログラムを作りました。実際に、睡眠中の脳活動データから夢に出てくる物を推定したところ約 7 割が当たったということです。

さらに夢を当てるには、目覚める直前 (0~15 秒前) の脳活動データを用いた方が確率の高いことがわかりました。それ以前の夢では、内容が忘れ去られているためのようです。また、脳活動のデータとしては、大脳の後頭葉から側頭葉にかけて広がり、とくに物体画像に対して強い活動を示す高次視覚野を用いた場合に高い精度が得られることが分かったということです。