

2011年4月25日

報道関係各位

近赤外線を用いて水を分解する詳細な光合成メカニズムを解明 ～次世代バイオマスエネルギー獲得の可能性を示唆～

東京理科大学 科学技術交流センター (承認 TLO)

<http://www.tus.ac.jp/tlo/>

梶 達也准教授(東京理科大学 理学部 教養学科・JST さきがけ)は、三室守教授・土屋徹助教・Suleyman I. Allakhverdiev 博士(京都大学)らとの共同研究により、光合成生物が人間の目には見えない光「近赤外光」を利用して行う光合成酸素発生の詳細なメカニズムを明らかにしました。これにより、次世代エネルギーの獲得に向けた可能性が示唆されました。

- * この内容の詳細は米国の権威ある科学雑誌「米国科学アカデミー紀要」2011年4月25日号 Early Edition に掲載される予定です。
- * 本研究は、文部科学省科学研究費補助金および独立行政法人科学技術振興機構(JST) さきがけ「藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」の研究費の援助を得て行なわれました。
http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/main5_a5.htm,
<http://www.jst.go.jp/kisoken/presto/ja/kenkyu/80sorui.html>
- * 東京理科大学理学部第一部教養学科・JST さきがけ 梶達也准教授、京都大学大学院人間環境学研究所 三室守教授、土屋徹助教、Suleyman I. Allakhverdiev 博士の共同研究です。
<論文名：近赤外光を吸収するクロロフィルを持つシアノバクテリアの光化学系Ⅱにおける電子受容体の酸化還元電位>

1. 背景

光合成は地球に酸素と糖をもたらす反応で、「地球生命を支える維持装置」ということができます。二酸化炭素から糖を作るための“還元力”と生物の呼吸に必要な“酸素”は、光エネルギーを利用して行なわれる水の電気分解反応によって作られます。光合成反応では、光合成色素であるクロロフィルを使って光エネルギーを吸収し、発電を行い、電池を作ります。これは、太陽電池と同じ原理です。半導体で作られている太陽電池が水の分解を行うときには紫外線のような高い電圧を掛けることが必要ですが、生物の中では、こうした高い電圧を実現することは困難なため、特別の方法が必要とな

り、光合成反応において水の電気分解反応は最大の謎とされていました。一般に光合成生物は、クロロフィル *a* という光合成色素を持ち、可視光を利用して発電を行いません。しかし、本研究チームは、他のクロロフィルでは利用できない波長 700～730nm の近赤外光を利用する「クロロフィル *d*」を持つ唯一の例外である海産性シアノバクテリアが、そのクロロフィル *d* を使用して発電反応を行なっていることを明らかにし、水を分解して酸素を発生する原理を明らかにしました。研究をとおして、クロロフィル *d* を使う場合、クロロフィル *a* と比較して獲得できるエネルギー（電圧）が小さいにも関わらず、水分解に必要な酸化電位を作り出していること、また、この電位がクロロフィルの種類によって変化しないことを明らかにしました。さらに、獲得できるエネルギーが小さい場合、還元側との酸化還元電位差を小さくすることで実現されていることを証明しました。

2. 成果

本研究では、クロロフィル *d* を利用しても、すなわち、クロロフィルの種類が違って、還元側の電位をクロロフィルの吸収するエネルギーに応じて調節することにより、水分解に必要な電位差を作りだしている事実と、そのメカニズムを直接的な電位測定により明らかにしました。

これらの結果は、光合成生物はクロロフィルの種類（獲得できるエネルギーの大きさ）に関わらず、一定の酸化電位を形成する仕組みを獲得し、そのことが水分解による酸素発生にとって重要であることを示しています。このことは、今まで用いられることのなかった新しい光エネルギーを用いて光合成反応が行なわれていることを示唆しています。

3. 今後への期待

今回の小さいエネルギーでも水分解を可能とする方法で、酸化還元電位を調節する仕組みを明らかにしたことにより、より低いエネルギーを利用して、次世代バイオマスエネルギーの獲得のための可能性が拓かれるなど大きな波及効果が期待されます。これは、これまでに光合成に利用できなかった人間の目に見えない光（暗所）においても光合成水分解反応が行なわれる可能性を示唆しています。

～本件に関するお問い合わせは、下記にお願いいたします～

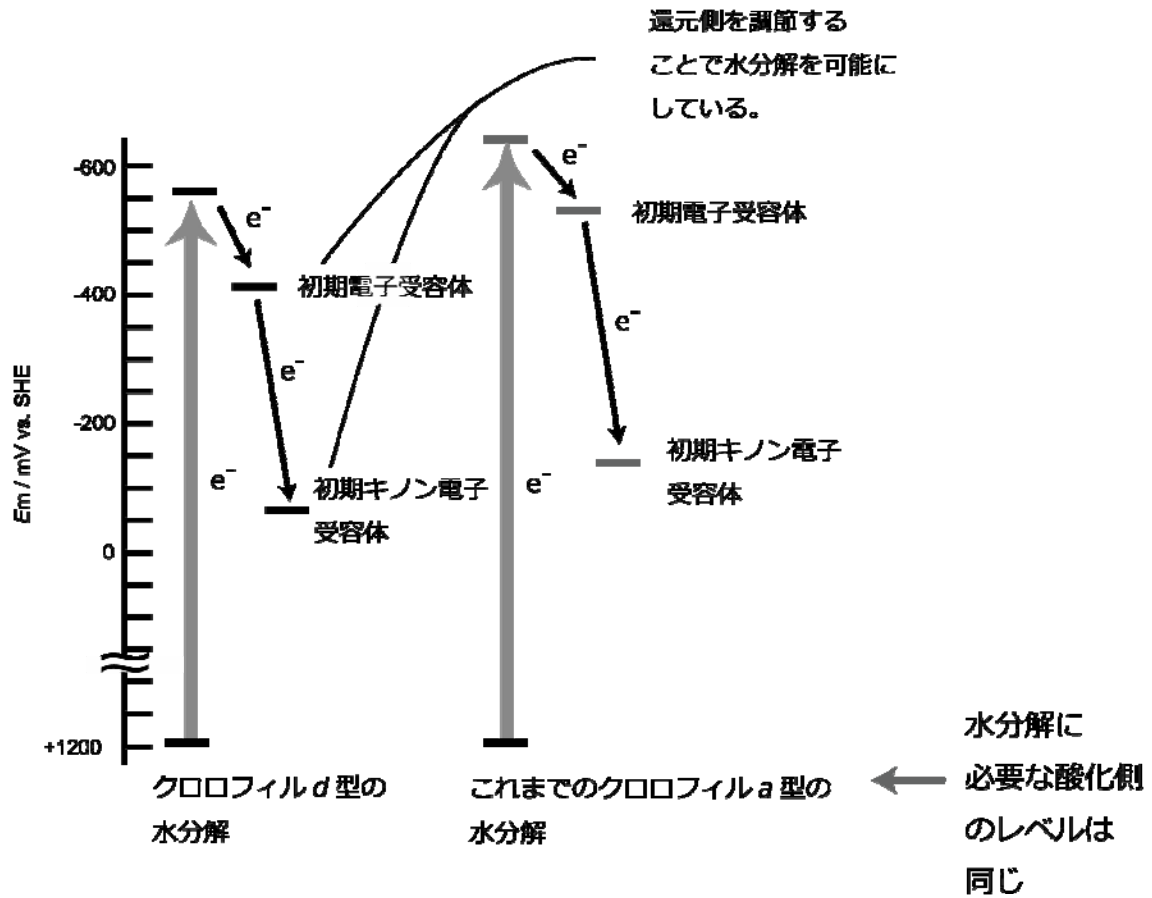
東京理科大学 科学技術交流センター（承認 TLO）

企画管理部門 担当：近藤

Tel: 03-5228-8090

Fax: 03-5228-8091

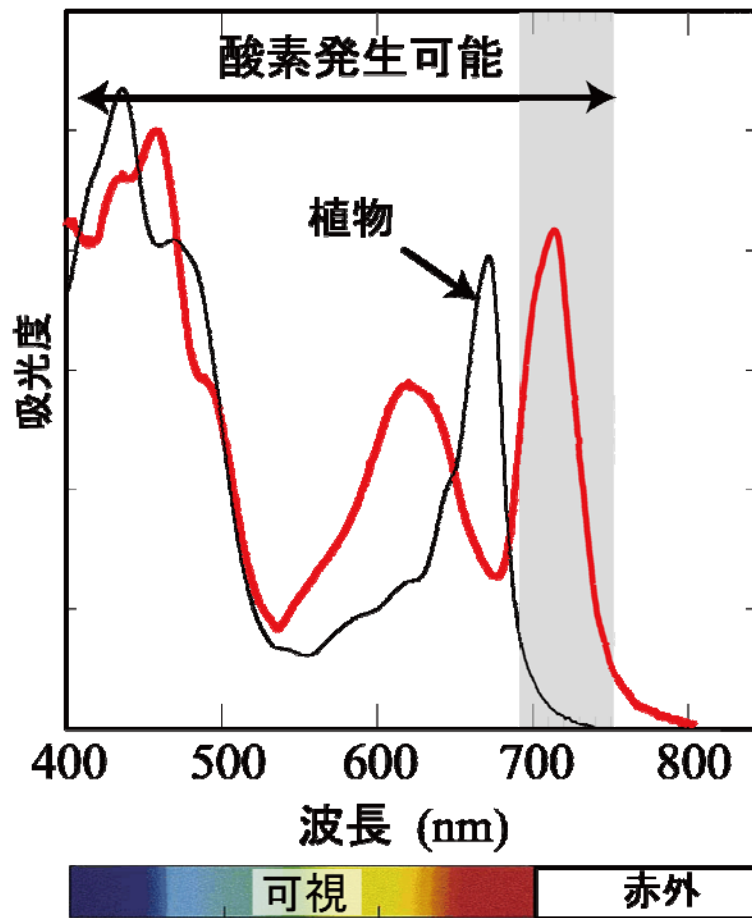
【研究データ等の添付】



今回明らかにした、近赤外領域に吸収をもつ光合成のしくみ

これまで、可視光とは異なり、それより低いエネルギーである近赤外光を用いて、どのように水を分解しているのかは光合成の『謎』であったが、本研究において還元側の電位をクロロフィルの種類に応じて調節することにより、水を分解し酸素発生を行っていることを明らかにした。

近赤外を吸収する
生物でも水分解可能



近赤外領域に吸収をもつ生物とこれまでの光合成生物との吸収スペクトルの比較

この図は従来のクロロフィル *a* 領域に吸収極大を持つ光合成生物と近赤外領域に吸収極大を持つクロロフィル *d* 生物の吸収スペクトルの比較である。

本研究では、これまで水分解に利用することができるとは思われていなかった近赤外の光源を用いても水を分解できる詳細な原理を明らかにした。この原理を応用して、人間の目には見えない暗所での光合成反応の創生が期待できる。