G 研究室

光生体エネルギー研究室

野口巧教授

*野口　巧　教授　*Takumi Noguchi, Prof.*
三野広幸　准教授　*Hiroyuki Mino, Assoc. Prof.*
加藤祐樹　講師　*Yuki Kato, Lecturer*

生命エネルギーの源：光合成

地球上に棲む全生命のエネルギーの源，**太陽光**．この太陽光エネルギーを生命活動のための蓄積可能な**化学エネルギーに変換するシステム**が，植物や藻類，光合成細菌などが行う**光合成**です．我々人間のように光合成をできない生物は，光合成生物が二酸化酸素から合成した糖を食べ，それを分解する（呼吸）することによってエネルギーを得ています．呼吸のために必要な**酸素**も，光合成生物が**光エネルギーによる水の「電気分解」**を行うことによって作られます．二酸化炭素吸収と酸素発生によって，光合成生物は20億年以上前の太古の地球環境を大きく変動させ，そして現在の地球環境と全生命の生存を支えています．私達の研究室では，この地球環境と生命を司る**光合成が如何なる物理・化学メカニズムによって行われているのかを原子・分子レベルで解明し，地球と生命の共進化における役割を明らかにしていきます．**光合成メカニズムの解明は，現在の人類が直面する**エネルギー問題や地球温暖化・環境問題**の解決への切札となります．

*連絡先　tnoguchi@bio.phys.nagoya-u.ac.jp

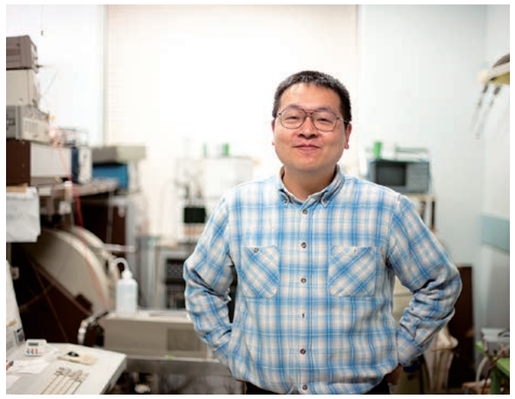
教授：1／准教授：1／講師：1／MC：5／研究員：1

● 光エネルギー変換メカニズムの解明

光合成による光エネルギー変換反応を担っているのは，クロロフィルなどの色素やマンガンなどの金属を結合した，数十ナノメートルの大きさの**超分子蛋白質複合体**です．それは，極めて精巧に作られた**光エネルギー変換ナノシステム**とも呼べるものです．そこでは，光捕集蛋白質による光吸収とそれに続く**色素間励起エネルギー移動**，反応中心蛋白質における**電荷分離**と**電子・プロトン移動**がfs（10^{-15} s）から秒オーダーの時間で連続して起こります．このエネルギー変換システムは**極めて高い量子効率**で稼働でき，同時に，**環境変動に応答する制御メカニズム**によってコントロールされています．私達は，**この生体光エネルギー変換システムの動作メカニズム及び制御メカニズムを原子・分子レベルで解明します．**

● 光合成研究最大の謎：酸素発生機構解明への挑戦

植物が酸素を発生することは誰でも知っています．この**酸素発生**は，**マンガンクラスター**と呼ばれる「電極」



三野広幸准教授

加藤祐樹講師

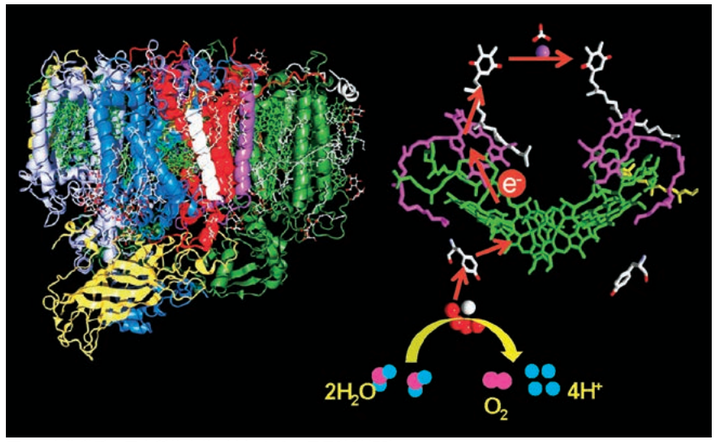


図1：光化学系Ⅱ蛋白質複合体（左）とその電子移動経路

における**水の「電気分解」**によって行われます．しかし，この最も基本的な生命現象のメカニズムは現在でも解明されておらず，**光合成研究の最大の謎**として残されています．**私達はこの謎の解明に挑戦します．**そのため，マンガンクラスターや水の分解反応の中間状態を，赤外分光や電子スピン共鳴で捉え，その構造と反応を明らかにします．

● 光合成から地球と生命の共進化を考える

35億年ほど前に地球上で初めて光合成を始めた**光合成細菌**は酸素を発生しませんでした．その後，25億年程前に**シアノバクテリア**が誕生し，水を分解して酸素を発生させ，**地球環境の大変動と呼吸型生命の進化**を促しました．酸素発生型光合成の進化には，マンガンクラスターの構築だけではなく，色素や蛋白質の進化やクロロフィルの電位上昇など，様々な変化が必要でした．私達は，こうした**光合成の進化の足取りとその意義**を，現在地球上に生存している様々な種の光合成生物の光合成反応を解析することによって明らかにしていきます．

研究手法

私達は様々な分光学的手法を用い，また量子化学計算を併用して研究を行っています．

フーリエ変換赤外分光法（FTIR）を用いることにより，1万分の1以下の微小な赤外吸収変化を検出し，光合成反応を担う超分子蛋白質複合体中での色素・アミノ酸・水分子などの構造変化や反応，1つずつの化学結合の変化を原子レベルで調べることができます．**電子スピン共鳴**では，電子スピンを捉え検出することにより，電子移動反応を追跡し，酸素発生を行うマンガンクラスターの電子構造を調べます．さらに高速反応を調べることができる**時間分解分光**を用いて，光エネルギー変換のメカニズムを探ります．得られたスペクトルを解析し，正確な構造・反応情報を得るために密度汎関数法などの**量子化学計算**を用いて研究を行います．

学生の研究生活

研究室の学生は各自，自分のテーマを持って研究を行います．技術面では，教員や先輩達からの指導によって，生体試料調製のための生化学技術，分光測定技術，計算技術，研究発表の技術などを段階を追って着実に学べるよう配慮します．研究室ではお互いに緊密に情報交換を行い，自由に議論を行うことによって，発想を豊かにし，自らの力で研究を進めていける力を養います．学生の独自な発想による，全く新規な研究を歓迎します．

G研のメンバー