

令和 4 年 5 月 10 日現在

機関番号：13901

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06435

研究課題名(和文)機能解析による光合成タンパク質における電子移動制御の分子機構解明

研究課題名(英文)Clarification of the molecular mechanism of electron-transfer regulation in photosynthetic proteins by functional analyses

研究代表者

野口 巧(Noguchi, Takumi)

名古屋大学・理学研究科・教授

研究者番号：60241246

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 80,600,000円

研究成果の概要(和文)：天然光合成、特に光化学系Ⅱタンパク質における水分解・酸素発生反応と電子・プロトン移動反応の分子機構を、分子生物学による変異導入と赤外分光を中心とした分光測定を組み合わせた機能解析によって調べた。水分解機構については、各中間状態遷移におけるプロトンおよび水分子移動の過程および移動経路について重要な知見を得た。また、触媒部位であるMn₄CaO₅クラスターの構築過程を明らかにした。さらに、鉄-キノン電子受容体の酸化還元電位制御機構、反応中心クロロフィルの電荷分布や電荷分離反応の機構、および光保護に關与する副次的電子移動経路におけるCytb559の軸配位子の役割を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

光化学系Ⅱにおける電子・プロトン移動反応および水分解反応は、酸素発生型光合成の電子伝達鎖において鍵となる過程であり、その分子機構を明らかにしたことは、天然光合成における光エネルギー変換機構の全解明への極めて重要なステップとなる。また、現在人類が直面するエネルギー問題、地球温暖化問題の解決のためには、高効率な人工光合成系の開発および実用化が急務であり、本研究で得られた天然光合成機構の知見は、人工光合成系の設計への基盤を与え、社会に大きく貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：We studied the molecular mechanisms of photosynthetic water oxidation and electron-proton transfer in photosystem II (PSII), using spectroscopic analyses, mainly infrared spectroscopy, in combination with site-directed mutagenesis of cyanobacteria. As for the water oxidation mechanism, we obtained important information about the processes of proton and water transfer and the pathways in the proteins. In addition, we clarified the mechanism of photo-assembly of the Mn₄CaO₅ cluster, the catalytic site of water oxidation in PSII. Furthermore, we clarified the regulatory mechanism of the redox potentials of the iron-quinone electron acceptor, the charge distribution and the mechanism of the primary charge separation of the reaction center chlorophylls, and the role of the axial ligands of Cytb559 in the secondary electron transfer related to the photoprotection of PSII.

研究分野：生物物理学

キーワード：生物物理 光合成 赤外分光 水分解 電子移動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

天然の光合成では、地球上に豊富に存在する水が電子供与体として用いられ、CO₂の還元による糖の合成が行われる。人工光合成系においても同様に水からの電子供与が必須であり、高効率な水分解光触媒の開発が人工光合成の成功の鍵をにぎる。そのため、天然光合成において水分解反応を担う光化学系 (PS II) の水分解反応の分子機構を理解し、その動作原理を人工光合成系の設計指針とすることは極めて重要である。PS II は 20 ものサブユニットからなるタンパク質複合体であり、最近、領域代表者の沈らによって、その高分解能構造が明らかにされた。そこでは、反応中心タンパク質に結合する複数の色素および金属イオンが電子伝達鎖を形成し、光エネルギー駆動の電子移動が起こる。その末端に位置する Mn₄CaO₅ クラスタにおいて水分解反応が行われ、水から引き抜かれた電子は、チロシン YZ、二量体クロロフィル P680、フェオフィチン、キノン電子受容体 QA および QB へと移動する。PS II における高効率な水分解反応の機構を解明するには、Mn クラスタの各中間状態遷移における電子移動、プロトン放出、水分子取り込み反応の詳細を明らかにすることが必須であり、さらに、各電子伝達成分における電子移動反応の制御機構を明らかにする必要がある。一方、PS II には、光吸収による不可避な傷害 (光傷害) からの種々の防御機構が備わっており、それらの機構を解明することは、人工光合成系の光損傷に対する保護機能を開発する際の重要なヒントを与える。しかし、こうした PS II における反応の分子機構には、未だ多くの不明点が残されていた。

2. 研究の目的

本研究では天然光合成における水分解反応と電子移動制御および光防御の分子機構を、分子生物学による変異導入と赤外分光を中心とした分光測定を組み合わせた機能解析によって解明することを目的とする。そのため、水分解機能を持つ PS II タンパク質を試料として用い、1. Mn₄CaO₅ クラスタにおける水分解機構、2. 電子移動制御の分子機構、3. 光傷害への防御機構、を解明することを目指して研究を行う。

3. 研究の方法

代表者のグループ (野口、加藤) では、蛋白質中の個々の化学結合・相互作用変化を検出できる光誘起フーリエ変換赤外 (FTIR) 差分光法、反応の時間挙動を追跡できる時間分解赤外分光法 (TRIR)、電子伝達成分の酸化還元電位測定のための FTIR 電気化学計測など、様々な赤外計測技術を駆使して測定を行った。また、電荷分離状態のポテンシャル情報を与える熱発光・遅延蛍光測定、さらに、密度汎関数法 (DFT) および quantum mechanics/molecular mechanics (QM/MM) 法などの量子化学計算を併用して研究を進めた。シアノバクテリアを用いた変異体の作製、および同位体・金属置換試料の調製は、代表者のグループに加え、分担者の杉浦のグループが行った。また、A01 班とは、試料や解析結果の提供を通じて、密接に連携して研究を進めた。

4. 研究成果

(1) 光合成水分解機構の解明

光化学系 (PSII) の Mn₄CaO₅ クラスタにおいて行われる水分解・酸素発生反応の分子機構について、赤外分光法およびシアノバクテリアの変異体を用いて研究を行い、以下の成果を得た。

光化学系 微結晶の赤外分光解析

自由電子レーザーによる中間状態の X 線結晶解析に用いられた PSII タンパク質の微結晶について光誘起フーリエ変換赤外分光 (FTIR) 解析を行い、結晶中における水分解系の構造および反応について調べた。まず、全反射吸収フーリエ変換赤外法 (ATR-FTIR) を用いて PSII 結晶中の水分解反応における各 S 状態遷移の FTIR 差スペクトルを測定した (Suga et al., Nature 2017; Kato et al., JPCL 2018)。その結果、結晶中においても、S 状態サイクルは十分に高い効率で進行すること、各 S 状態は基本的に溶液中の構造と同じであることが示された。さらに、顕微フーリエ変換赤外 (FTIR) 分光法を用いて透過法により光化学系 (PSII) 単一微結晶内部の水分解反応を調べ、結晶内部でも高い遷移効率が保たれていることを示した (Kato et al., JPC B 2020)。

プロトン共役電子移動機構

時間分解赤外分光法 (TRIR) を用いて、各 S 状態遷移における電子・プロトン移動の反応過程を追跡した。D20 置換や pH 変化による時定数への影響を調べ、S₂-S₃ 遷移では、プロトン移動律速のプロトン共役電子移動反応が ~350 μs の時定数で起こることが示された (Sakamoto et al., JACS 2017; Takemoto et al., Biochemistry 2019)。また、S₀-S₁ 遷移については、およそ 30 μs の速い時定数で電子移動律速のプロトン共役電子移動反応が起こることが示された (Shimizu et al., JPC B 2019)。

水・プロトン移動経路の同定

PSII タンパク質の Mn₄CaO₅ クラスタ周辺には主に 3 つのチャネル (C1 チャネル、O1 チャネル、O4 チャネル) が存在し、水分子やプロトンの移動経路の候補と考えられている。しかし、各中間状態遷移での水分子およびプロトン移動経路は未だ同定されていなかった。そこで、まず、YZ 近傍に存在し、O1 チャネル中の水分子と相互作用する D1-Asn298 を Ala に置換した D1-N298A

変異体を作成し、熱発光・遅延蛍光および FTIR 解析を行った。その結果、O1 チャネルの水素結合ネットワークが S2-S3、S3-S0 遷移におけるプロトン放出経路として機能する可能性が示唆された (Nagao et al., JBC 2017)。さらに、この D1-N298A 変異体の PSII タンパク質および、C1 チャネルに存在する Cl⁻イオンを NO3⁻イオンに置換した PSII タンパク質を用いて時間分解赤外分光 (TRIR) 解析を行った。またそれらの試料について D2O 中での測定を行い、プロトン移動に特異的な経路の同定を試みた。その結果、S2-S3 遷移において、プロトンおよび水分子の移動はそれぞれ O1 チャネルおよび C1 チャネルを介して別々の経路で行われることが示された (Okamoto et al., JPC B 2021)。

次に、O4 チャネル上に存在する D1-Ser169 を Ala に置換した D1-S169A 変異体を作成し、その PSII タンパク質について FTIR および TRIR 解析を行った。その結果、S169A 変異は S2-S3 遷移および S3-S0 遷移の効率および時定数にほとんど影響を与えず、これらの遷移では O4 チャネルは使用されていないことが示された (Shimada et al., JPC B, 2020)。一方、S1/S0 FTIR スペクトルの quantum mechanics/molecular mechanics (QM/MM) 解析から、S0 状態において Mn4CaO5 の O4 酸素はプロトン化されて存在し、そのプロトンが S0-S1 遷移において O4 チャネルを経由して放出されることが示唆された (Yamamoto et al., PCCP 2020)。

水分子、アミノ酸のプロトン化構造

各 S 状態遷移の偏光全反射赤外分光解析および QM/MM 法を用いた量子化学計算により、Mn4CaO5 クラスターの O3 に水素結合する D1-His337 のプロトン化構造を調べた。その結果、H337 は常にプロトン化したカチオン型として存在しており、この His の正電荷が、Mn クラスターを高い電位に保ち、水分解能の発現に重要な役割を果たしていることが示された (Nakamura et al., JACS 2017)。

また、Mn4CaO5 クラスターの Mn4 に結合する水分子のプロトン化構造を変化させたモデルについて QM/MM 計算を行い、これまでに報告された結晶構造解析の Mn-O 距離との比較により、Mn4CaO5 クラスターの S0 状態および S1 状態において Mn4 に結合する水分子は OH⁻ではなく全プロトン化した H2O の構造を持つことが示された (Yamamoto et al., PCCP 2020)。

カルボキシル配位子の翻訳後アミノ酸変換

Mn4CaO5 クラスターのカルボキシル配位子である D1-Asp170 を His に置換した D1-D170H 変異体を作成し、その配位子構造を FTIR および LC-MS 解析を用いて調べた。その結果、170 位の His は本来の Asp にアミノ酸変換されることが示された (Kitajima-Ihara, BBA 2020)。また、13C-His 置換した D1-D170H 変異体の解析から、このアミノ酸変換は翻訳後にタンパク質レベルで起こることが明らかとなり、さらに別のカルボキシル配位子でも同様な変換反応が起こることが示された (Shimada et al., submitted)。

Mn4CaO5 クラスターの構築機構

ラピッドスキャン FTIR 時間分解測定を用いて、Mn 除去したアポ PSII における Mn クラスターの構築過程を調べた。最初に結合する Mn²⁺の光酸化と、生成した Mn³⁺の緩和過程を追跡し、Mn クラスター構築の低い量子効率、速い Mn³⁺の緩和と遅いタンパク質コンフォメーション変化の競争によることが示された (Sato et al., JPC B 2021)。

また、高速原子間力顕微鏡 (HS-AFM) を用いて、PSII タンパク質のルーメン側の動的構造変化を観測し、Mn4CaO5 クラスターの破壊に伴い、CP43 タンパク質のルーメンドメインの構造ゆらぎが起こること、この構造ゆらぎが、Mn4CaO5 クラスターの構築過程に重要な役割を果たしていることが示された (Tokano et al., JPC B 2020)。

(2) 鉄 - キノン電子受容体の電子・プロトン移動反応

光化学系 II の還元側に存在する非ヘム鉄 - キノン電子受容体の電子・プロトン移動反応の分子機構および酸化還元電位 (Em) 変化による電子移動制御機構について以下の結果を得た。

第一キノン電子受容体 QA の酸化還元電位制御

PSII のストロマ側に存在する第一キノン電子受容体 QA の Em は、ルーメン側に存在する Mn4CaO5 クラスターによって制御されることが定説となっていたが、これらのコファクター間の長距離相互作用の存在は確認されていなかった。そこで、FTIR 分光電気化学計測により、QA の Em への Mn 除去の効果を調べ、これまで報告されてきた蛍光法による Em 測定の結果と比較した。その結果、Mn クラスターの有無によって QA の Em は変化しないことが示され、これまでの説は蛍光法によるアーティファクトであることが示された (Kato et al., BBA 2020)。

さらに、PSII へのストロマ側およびルーメン側への様々な構造変化が QA の Em に与える影響を調べた。その結果、ルーメン側での表在性タンパク質 (PsbO, PsbP) の結合、および QB 部位への除草剤の結合、および非ヘム鉄へのギ酸の結合が QA の電位を変化させ、PSII における電子移動反応を制御することが示された (Kato et al., Biochemistry 2021)。

第二キノン電子受容体 QB の電子移動制御機構

第二キノン電子受容体 QB の一電子還元状態 (QB⁻) の緩和速度の pH 依存性を光誘起 FTIR 差分分光法を用いて調べた。その結果、QB は高 pH においてその酸化還元電位が低下し、緩和が促進されることが示された。この電子移動制御は、PSII の電子伝達系が持つ、過剰な光反応を抑制しタンパク質を光傷害から保護するための光保護機構の一つであることを提唱した (Nozawa et al., Biochemistry 2018)。さらに、この QB⁻緩和の pH 依存性は、QB 近傍に存在する D1-His252 を Ala に置換した D1-H252A 変異体では消失したことから、ストロマ表面に存在する D1-His252

が pH センサーとして機能し、PSII 内の電子フローを制御していることが明らかとなった (Kobayashi et al., submitted)。

非ヘム鉄中心の反応

PSII の鉄 - キノン電子受容体において、非ヘム鉄と第二キノン受容体 QB を架橋する His 残基 (D1-His215) のプロトン化構造を、光誘起 FTIR 差分光法を用いて調べた。その結果、この His は Fe³⁺状態において脱プロトン化する (pKa 約 5.5) ことを明らかにし、QB のプロトン化反応におけるプロトン供与体として働くことを示した (Kimura et al., Biochemistry 2020)。また、FTIR 分光電気化学測定により、非ヘム鉄の Em の pH 依存性を調べ、広い pH 範囲での Em 変化は、D1-H215 および近傍カルボキシアミノ酸のプロトン化・脱プロトン化反応の非ヘム鉄への共役によることが示された (Kato et al., Biochemistry 2021)。

(3) 反応中心クロロフィルの構造と反応

光化学系 において初発電荷分離反応を起こす反応中心クロロフィル (PD1, PD2, ChlD1, ChlD2) について、変異体作成および分光解析により、以下の結果を得た。

二量体クロロフィル P680 の高い酸化還元電位の発現機構

部位特異的変異により P680 に非対称的に水素結合を導入し、FTIR 解析を用いて P680+上の電荷分布を調べた。その結果、正電荷は D1 側に偏って存在しており、これが、P680 の高い酸化還元電位と YZ からの速い電子移動速度の原因であることが示された (Nagao et al., JBC 2017)。

反応中心クロロフィルを構成する 4 つのクロロフィル (PD1, PD2, ChlD1, ChlD2) の軸配位子を置換した好熱性シアノバクテリアの変異体を作成し、それらの電子移動反応および反応中心クロロフィル上の正電荷分布を調べた。その結果、ChlD1 の構造は電子励起状態からの電荷分離反応とそれに続く正電荷移動に、ChlD2 の構造は PD1・PD2 上の正電荷分布の制御および副次的電子移動経路における電子受容の制御に重要であることが明らかになった (Takegawa et al., BBA 2019)。

(4) 副次的電子移動経路における Cytb559 の電位制御

光化学系 における副次的電子移動経路を形成する Cytb559 の軸配位子にアミノ酸置換を施した変異体を作成し、Cytb559 の構造および反応への影響を調べた。その結果、変異によって酸化還元電位の低下、或いは、ヘムの欠損による非ヘム鉄の生成とレドックス不活性化が引き起こされることが示された (Nakamura et al., Photosynth. Res. 2019)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計44件（うち査読付論文 44件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kato Yuki, Noguchi Takumi	4. 巻 ---
2. 論文標題 Redox properties and regulatory mechanism of the iron-quinone electron acceptor in photosystem II as revealed by FTIR spectroelectrochemistry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Photosynthesis Research	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11120-021-00894-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Boussac Alain, Selles Julien, Hamon Marion, Sugiura Miwa	4. 巻 ---
2. 論文標題 Properties of Photosystem II lacking the PsbJ subunit	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Photosynthesis Research	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11120-021-00880-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Boussac Alain, Sugiura Miwa, Selles Julien	4. 巻 1863
2. 論文標題 Probing the proton release by Photosystem II in the S1 to S2 high-spin transition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 148546 - 148546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabi.2022.148546	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 A. Sato, Y. Nakano, S. Nakamura, T. Noguchi	4. 巻 125
2. 論文標題 Rapid-scan time-resolved ATR-FTIR study on the photoassembly of the water-oxidizing Mn4CaO5 cluster in photosystem II	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 4031-4045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.1c01624	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Okamoto, Y. Shimada, R. Nagao, T. Noguchi	4. 巻 125
2. 論文標題 Proton and water transfer pathways in the S2-S3 transition of the water oxidizing complex in photosystem II: Time-resolved infrared analysis of the effects of D1-N298A mutation and N03-substitution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 6864-6873
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.1c03386	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Kato, H. Watanabe, T. Noguchi	4. 巻 60
2. 論文標題 ATR-FTIR spectroelectrochemical study on the mechanism of the pH dependence of the redox potential of the non-heme iron in photosystem II	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 2170-2178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.1c00341	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Kato, T. Noguchi	4. 巻 60
2. 論文標題 Effects of stromal and luminal side perturbations on the redox potential of the primary quinone electron acceptor QA in photosystem II	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 3697-3706
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.1c00624	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 杉浦美羽	4. 巻 4月号
2. 論文標題 明らかにされつつある光合成によるエネルギー変換のしくみと応用への期待	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気評論	6. 最初と最後の頁 18-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Kawahara, N. Inoue-Kashino, K. Namie, Y. Kato, T. Tomo, Y. Shibata, Y. Kashino, and T. Noguchi	4. 巻 9
2. 論文標題 A gold nanoparticle conjugate with photosystem I and photosystem II for development of a biohybrid water-splitting photocatalyst	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biomed. Spectrosc. Imaging	6. 最初と最後の頁 73-81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/BSI-200200	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Taguchi, T. Noguchi, and H. Mino	4. 巻 124
2. 論文標題 Molecular Structure of the S2 state with a g = 5 signal in the oxygen evolving complex of photosystem II	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 5531-5537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c02913	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Taguchi, L. Shen, G. Han, Y. Umena, J.-R. Shen, T. Noguchi, and H. Mino	4. 巻 11
2. 論文標題 Formation of the high-spin S2 state related to the extrinsic proteins in the oxygen evolving complex of photosystem II	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 8908-8913
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcclett.0c02411	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 T. Tokano, Y. Kato, S. Sugiyama, T. Uchihashi, and T. Noguchi,	4. 巻 124
2. 論文標題 Structural dynamics of a protein domain relevant to the water-oxidizing complex in photosystem II as visualized by high-speed atomic force microscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 5847-5857
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c03892	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Yamamoto, S. Nakamura, and T. Noguchi,	4. 巻 22
2. 論文標題 Protonation structure of the photosynthetic water oxidizing complex in the S0 state as revealed by normal mode analysis using quantum mechanics/molecular mechanics calculations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 24213-24225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CP04079G	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Kimura, Y. Kato, and T. Noguchi	4. 巻 59
2. 論文標題 Protonation state of a key histidine ligand in the iron-quinone complex of photosystem II as revealed by light-induced ATR-FTIR spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 4336-4343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.0c00810	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Sugiura, T. Taniguchi, N. Tango, M. Nakamura, J. Sells, and A. Boussac	4. 巻 171
2. 論文標題 Probing the role of Arginine 323 of the D1 protein in Photosystem II function	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physiol. Plant.	6. 最初と最後の頁 183-199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pp1.13115	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 H. Takemoto, M. Sugiura, and T. Noguchi	4. 巻 58
2. 論文標題 Proton release process during the S2-to-S3 transition of photosynthetic water oxidation as revealed by the pH dependence of kinetics monitored by time-resolved infrared spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 4276-4283
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.9b00680	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Kitajima-Ihara, T. Suzuki, S. Nakamura, Y. Shimada, R. Nagao, N. Dohmae, and T. Noguchi	4. 巻 1861
2. 論文標題 Fourier transform infrared and mass spectrometry analyses of a site-directed mutant of D1-Asp170 as a ligand to the water-oxidizing Mn ₄ CaO ₅ cluster in photosystem II	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 148086
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabi.2019.148086.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Shimada, T. Kitajima-Ihara, R. Nagao, and T. Noguchi	4. 巻 124
2. 論文標題 Role of the O4 channel in photosynthetic water oxidation as revealed by Fourier transform infrared difference and time-resolved infrared analysis of the D1-S169A mutant	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 1470-1480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b11946	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Kato, S. Haniu, Y. Nakajima, F. Akita, J.-R. Shen, and T. Noguchi,	4. 巻 124
2. 論文標題 FTIR Microspectroscopic analysis of the water oxidation reaction in a single photosystem II microcrystal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 121-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b10154	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Kato, A. Ohira, R. Nagao, and T. Noguchi	4. 巻 1860
2. 論文標題 Does the water-oxidizing Mn ₄ CaO ₅ cluster regulate the redox potential of the primary quinone electron acceptor QA in photosystem II? A study by Fourier transform infrared spectroelectrochemistry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 148082
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabi.2019.148082	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Boussac, J. Selles, and M. Sugiura,	4. 巻 1861
2. 論文標題 What can we still learn from the electrochromic band-shifts in Photosystem II?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 148176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabbio.2020.148176	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 T. Motomura, L. Zuccarello, P. Setif, A. Boussac, Y. Umena, D. Lemaire, J. N. Tripathy, M. Sugiura, R. Hienerwadel, J.-R. Shen, and C. Berthomieu	4. 巻 1860
2. 論文標題 An alternative plant-like cyanobacterial ferredoxin with unprecedented structural and functional properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 14804
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabbio.2019.148084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Y. Kato, F. Akita, Y. Nakajima, M. Suga, Y. Umena, J.-R. Shen, and T. Noguchi	4. 巻 9
2. 論文標題 Fourier transform infrared analysis of the S-state cycle of water oxidation in the microcrystals of photosystem II	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 2121-2126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.8b00638	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Y. Nozawa, and T. Noguchi	4. 巻 57
2. 論文標題 pH-Dependent regulation of the relaxation rate of the radical anion of the secondary quinone electron acceptor QB in photosystem II as revealed by Fourier transform infrared spectroscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 2828-2836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.8b00263	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Yata, and T. Noguchi	4. 巻 57
2. 論文標題 Mechanism of methanol inhibition of photosynthetic water oxidation as studied by Fourier transform infrared difference and time-resolved infrared spectroscopies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochemistry	6. 最初と最後の頁 4803-4815
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.biochem.8b00596	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Nakajima, Y. Umena, R. Nagao, K. Endo, K. Kobayashi, F. Akita, M. Suga, H. Wada, T. Noguchi, and J.-R. Shen	4. 巻 293
2. 論文標題 Thylakoid membrane lipid sulfoquinovosyl-diacylglycerol (SQDG) is required for full functioning of photosystem II in <i>Thermosynechococcus elongatus</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 14786-14797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA118.004304	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Shimizu, M. Sugiura, and T. Noguchi	4. 巻 122
2. 論文標題 Mechanism of proton-coupled electron transfer in the S0-to-S1 transition of photosynthetic water oxidation as revealed by time-resolved infrared spectroscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B.	6. 最初と最後の頁 9460-9470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b07455	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Jana, T. Du, R. Nagao, T. Noguchi, and Y. Shibata	4. 巻 1860
2. 論文標題 Redox-state dependent blinking of single photosystem I trimers at around liquid-nitrogen temperature	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 30-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabi.2018.11.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. Takegawa, M. Nakamura, S. Nakamura, T. Noguchi, J. Sells, A. W. Rutherford, A. Boussac, and M. Sugiura	4. 巻 1860
2. 論文標題 New insights on ChlD1 function in Photosystem II from site-directed mutants of D1/T179 in <i>Thermosynechococcus elongatus</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 297-309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabbio.2019.01.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S. Nakamura, and T. Noguchi	4. 巻 721
2. 論文標題 Initial Mn2+ binding site in photoassembly of the water-oxidizing Mn4CaO5 cluster in photosystem II as studied by quantum mechanics/molecular mechanics calculations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 62-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cpllett.2019.02.029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Nakamura, A. Boussac, and M. Sugiura	4. 巻 139
2. 論文標題 Consequences of structural modifications in cytochrome b559 on the electron acceptor side of Photosystem II	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Photosynth. Res.	6. 最初と最後の頁 475-486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11120-018-0521-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 M. Sugiura, T. Tibiletti, I. Takachi, Y. Hara, S. Kanawaku, J. Selles, and A. Boussac	4. 巻 1859
2. 論文標題 Probing the role of Valine 185 of the D1 protein in the Photosystem II oxygen evolution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 1259-1273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabbio.2018.10.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Tahara, A. Mohamed, K. Kawahara, R. Nagao, Y. Kato, H. Fukumura, Y. Shibata, and T. Noguchi	4. 巻 198
2. 論文標題 Fluorescence property of photosystem II protein complexes bound to a gold nanoparticle	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Faraday Discuss.	6. 最初と最後の頁 121-134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C6FD00188B	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 M. Suga, F. Akita, Y. Kato, T. Noguchi...., and J.-R. Shen (38 authors)	4. 巻 543
2. 論文標題 Light-induced structural changes and the site of O=O bond formation in PSII caught by XFEL	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 131-135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature21400	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Sakamoto, T. Shimizu, R. Nagao, and T. Noguchi	4. 巻 139
2. 論文標題 Monitoring the reaction process during the S2 S3 transition in photosynthetic water oxidation using time-resolve infrared spectroscopy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 2022-2029
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.6b11989	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 R. Nagao, M. Yamaguchi, S. Nakamura, H. Ueoka-Nakanishi, and T. Noguchi	4. 巻 292
2. 論文標題 Genetically introduced hydrogen bond interactions reveal an asymmetric charge distribution on the radical cation of the special-pair chlorophyll P680	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 7474-7486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.M117.781062	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S. Nakamura, and T. Noguchi	4. 巻 139
2. 論文標題 Infrared determination of the protonation state of a key histidine residue in the photosynthetic water oxidizing center	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 9364-9375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b04924	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Nagao, H. Ueoka-Nakanishi, and T. Noguchi	4. 巻 292
2. 論文標題 D1-Asn-298 in photosystem II is involved in a hydrogen-bond network near the redox-active tyrosine YZ for proton exit during water oxidation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 20046-20057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.M117.815183	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Motomura, T., Suga, M., Hienerwadel, R., Nakagawa, A., Lai, T.-L., Nitschke, W., Sugiura, M., Boussac, A. and Shen, J.-R.	4. 巻 292
2. 論文標題 Crystal structure and redox properties of a novel cyanobacterial heme-protein with a His/Cys heme axial ligation and a per-arnt-sim (PAS)-like domain	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Biol. Chem.	6. 最初と最後の頁 9599-9612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.M116.746263	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kabir, A. M. R., Ito, M., Uenishi, K., Anan, S., Konagaya, A., Sada, K., Sugiura, M., and Kakugo, A.	4. 巻 46
2. 論文標題 A photoregulated ATP generation system for in vitro motility assay	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 178-180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.160903	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Nagao, S. Kitazaki, and T. Noguchi	4. 巻 1859
2. 論文標題 Evaluation of photosynthetic activities in thylakoid membranes by means of Fourier transform infrared spectroscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 129-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbatio.2017.11.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 J. Kondo, and T. Noguchi	4. 巻 56
2. 論文標題 PsbP-induced protein conformational changes around Cl ⁻ ions in the water oxidizing center of photosystem II	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Photosynthetica	6. 最初と最後の頁 178-184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11099-017-0749-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kato, M., Sato, H., Yagi, I., and Sugiura, M.	4. 巻 264
2. 論文標題 Bio-inorganic hybrid photoanodes of Photosystem II and ferricyanide-intercalated layered double hydroxide for visible-light-driven water oxidation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Electrochim. Acta	6. 最初と最後の頁 386-392
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2018.01.133	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Boussac, A. Ugur, I., Marion, A., Sugiura, M., Kaila, V. R., and Rutherford, A. W.	4. 巻 1859
2. 論文標題 The low spin - high spin equilibrium in the S ₂ -state of the water oxidizing enzyme	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochim. Biophys. Acta Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 342-356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbatio.2018.02.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計107件（うち招待講演 18件/うち国際学会 19件）

1. 発表者名 嶋田友一郎、鈴木健裕、北島(井原)智美、松原巧、長尾遼、堂前直、野口巧
2. 発表標題 光化学系IIのMnクラスター配位子に特異的なアミノ酸変換
3. 学会等名 日本光合成学会年会、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤祐樹, 野口 巧
2. 発表標題 光化学系IIにおける除草剤およびギ酸イオンが第一キノンQAの酸化還元電位に及ぼす影響
3. 学会等名 日本光合成学会年会、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今泉滉、西村大志、長尾遼、加藤祐樹、斎藤圭亮、中野雄司、石北央、野口巧、伊福健太郎
2. 発表標題 PsbPのLoop4領域の変異による光化学系IIの酸素発生活性の向上
3. 学会等名 日本光合成学会年会、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤祐樹、秋田総理、中島芳樹、埴生悟史、菅倫寛、梅名泰史、沈建仁、野口巧
2. 発表標題 光化学系II 微結晶における水分解反応の赤外分光解析
3. 学会等名 第47回生体分子科学討論会、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松原巧、鈴木健裕、嶋田友一郎、北島(井原)智美、長尾遼、堂前直、野口巧
2. 発表標題 光合成水分解系における新奇なアミノ酸変換機構
3. 学会等名 第47回生体分子科学討論会、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋田友一郎、鈴木健裕、北島(井原)智美、松原巧、長尾遼、堂前直、野口巧
2. 発表標題 翻訳後修飾によるMnクラスター配位子の修復機構
3. 学会等名 第28回光合成セミナー、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared study on the mechanisms of water oxidation at the Mn cluster and its photoassembly in photosystem II
3. 学会等名 The 19th Congress of the European Society for Photobiology, On line (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松原巧、鈴木健裕、嶋田友一郎、北島(井原)智美、長尾遼、堂前直、野口巧
2. 発表標題 光合成水分解系における翻訳後アミノ酸変換のメカニズム
3. 学会等名 日本生物物理学会年会、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤帆奈美, 加藤佑樹, 野口巧
2. 発表標題 光化学系 II における第二キノン電子受容体QBへの2段階プロトン移動の時間分解赤外分光検出
3. 学会等名 日本生物物理学会年会、オンライン、
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋田友一郎、鈴木健裕、松原巧、北島(井原)智美、長尾遼、堂前直、野口巧
2. 発表標題 光合成酸素発生系における翻訳後アミノ酸変換による配位子形成
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」第4回公開シンポジウム、
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 XianJun Zhang, Ryo Nagao, Tatsuya Tomo, Takumi Noguchi, Shen Ye, Yutaka Shibata
2. 発表標題 Simultaneous acquisition of cryo-excitation-emission spectra of single photosystem I
3. 学会等名 生物物理学会 北海道支部-東北支部合同例会、オンライン、
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤祐樹, 野口巧
2. 発表標題 光化学系IIにおけるストロマおよびルーメン側における摂動が第一キノンQAの酸化還元電位に及ぼす影響
3. 学会等名 生物物理中部支部講演会、オンライン、
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今泉滉、西村大志、長尾遼、斉藤圭亮、中野雄司、石北央、野口巧、伊福健太郎
2. 発表標題 PsbPのLoop 4領域の変異による光化学系IIの酸素発生活性の向上
3. 学会等名 日本植物生理学会年会、
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉浦美羽
2. 発表標題 光化学系II反応中心タンパク質に結合するクロロフィルの役割
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」第4回公開シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Kato, Hiroki Watanabe, Takumi Noguchi
2. 発表標題 FTIR spectroelectrochemical study on the mechanism of the pH dependence of the redox potential of the non-heme iron in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤帆奈美、加藤佑樹、野口巧
2. 発表標題 Time-resolved infrared detection of electron transfer between quinone electron acceptors QA and QB in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林智幸、嶋田友一郎、長尾遼、野口巧
2. 発表標題 Role of D1-His252 in the reaction of the secondary quinone electron acceptor QB in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋田友一郎、北島(井原)智美、長尾遼、野口巧
2. 発表標題 Novel amino acid conversion of a His mutant of D1-Asp170 in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroyuki Mino、Shota Taguchi、Takumi Noguchi
2. 発表標題 Molecular structure of the S2 state with a g = 5 signal in the oxygen evolving complex of photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山綾音、嶋田友一郎、長尾遼、野口巧
2. 発表標題 Involvement of the chloride channel in proton transfer during water oxidation in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三野広幸、田口翔太、野口巧
2. 発表標題 g = 5 をもつ酸素発生系マンガクスターの分子構造
3. 学会等名 電子スピクサイエンス学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸叶貴也、加藤祐樹、杉山翔吾、野口巧、内橋貴之
2. 発表標題 高速原子間力顕微鏡を用いた光化学系IIの動態觀察
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸叶貴也、加藤祐樹、杉山翔吾、内橋貴之、野口巧
2. 発表標題 光化学系 II におけるルーメン側タンパク質ドメインの動的構造変化の高速AFM觀察
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」第3回公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤祐樹、野口巧
2. 発表標題 Effects of herbicide and formate on the redox potential of the primary quinone QA in photosystem II
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋田友一郎、鈴木健裕、北島(井原)智美、長尾遼、堂前直、野口巧
2. 発表標題 Mechanism of novel amino acid conversion of a Mn-cluster ligand in photosystem II
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三野広幸、田口翔太、Liangliang Shen、Guangye Han、梅名泰史、沈建仁、野口巧
2. 発表標題 Formation of high spin S2 intermediate state related to g~5 EPR signal in the oxygen evolving complex
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今泉凜、西村大志、長尾遼、加藤祐樹、中野雄司、野口巧、伊福健太郎
2. 発表標題 Effects of mutations in the Loop4 region of PsbP on the oxygen-evolving activity of photosystem II
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉浦美羽
2. 発表標題 光化学系IIにおける励起・電荷分離の分子機構
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」第3回公開シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared analyses of electron and proton transfer reactions in photosystem II
3. 学会等名 Annual Meeting of the French Photosynthesis Society, (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤祐樹、埴生悟史、中島芳樹、秋田総理、沈 建仁、野口 巧
2. 発表標題 顕微赤外分光法による光化学系IIの単一微結晶における水分解反応の解析
3. 学会等名 第10回日本光合成学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋田友一郎、中島聖竜、長尾遼、野口巧
2. 発表標題 光化学系IIにおけるpHに依存する電子移動制御の分子機構、第10回日本光合成学会年会
3. 学会等名 第10回日本光合成学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kato, Fusamichi Akita, Yoshiki Nakajima, Satoshi Haniu, Michihiro Suga, Yasufumi Umena, Jian-Ren Shen, Takumi Noguchi
2. 発表標題 FTIR study on the water oxidation reaction in photosystem II microcrystals
3. 学会等名 10th International Conference Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability-2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kato, Satoshi Haniu, Yoshiaki Nakajima, Fusamichi Akita, Jian-Ren Shen, Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared microspectroscopic study on water oxidation in a single photosystem II microcrystal
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasutada Okamoto, Yuichiro Shimada, Ryo Nagao, Takumi Noguchi
2. 発表標題 Time-resolved infrared analysis of proton release pathways in photosynthetic water oxidation using a D1-N298A mutant and NO ₃ ⁻ substitution
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masao Yamamoto, Shin Nakamura, and Takumi Noguchi
2. 発表標題 QM/MM analysis of the protonation structure of the S ₀ state in the water-oxidizing Mn ₄ CaO ₅ cluster
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shota Taguchi, Liangliang Shen, Guangye Han, Jian-Ren Shen, Takumi Noguchi, Hiroyuki Mino
2. 発表標題 Equilibrium of the S ₂ -state isomers of the water-oxidizing Mn ₄ CaO ₅ cluster in photosystem II regulated by extrinsic proteins
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taichi Hayase, Yuichiro Shimada, Ryo Nagao, and Takumi Noguchi
2. 発表標題 FTIR study on the localization of the excited triplet state of chlorophyll in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuichiro Shimada, Seiryu Nakajima, Ryo Nagao, Takumi Noguchi
2. 発表標題 Molecular mechanism of pH-dependent electron-flow regulation in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takaya Tokano, Yuki Kato, Syogo Sugiyama, Takumi Noguchi, Takayuki Uchihashi
2. 発表標題 Dynamics of photosystem II protein complexes as observed by high speed atomic force microscopy
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared detection of protons and water molecules in photosynthetic water oxidation
3. 学会等名 日本生物物理学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kato, Satoshi Haniu, Yoshiki Nakajima, Fusamichi Akita, Jian-Ren Shen, and Takumi Noguchi
2. 発表標題 FTIR microspectroscopic study on the water oxidation in a single photosystem II microcrystal
3. 学会等名 3rd International Solar Fuels Conference/International Conference on Artificial Photosynthesis-2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared studies on the water oxidation and electron transfer reactions in photosystem II
3. 学会等名 3rd International Solar Fuels Conference/International Conference on Artificial Photosynthesis-2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yutaka Shibata, Sankar Jana, Ting Du, Ryo Nagao, and Takumi Noguchi
2. 発表標題 Single molecule spectroscopy on photosystem I revealed the dynamical nature of the light harvesting
3. 学会等名 3rd International Solar Fuels Conference/International Conference on Artificial Photosynthesis-2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤祐樹, 埴生悟史, 中島芳樹, 秋田総理, 沈 建仁, 野口 巧
2. 発表標題 顕微赤外分光法を用いた光合成光化学系IIの単一微結晶における水分解反応の解析
3. 学会等名 日本物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋田友一郎、中島聖竜、小林智幸、長尾遼、野口巧
2. 発表標題 光化学系IIのpHに依存した電子移動制御におけるD1-H252の役割
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北島(井原)智美、鈴木健裕、中村伸、嶋田友一郎、長尾遼、堂前直、野口巧
2. 発表標題 光化学系IIにおけるMnクラスターのカルボキシレート配位子変異体の光誘起アミノ酸変換
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村仁哉、中村誠、竹川裕紀、杉浦美羽
2. 発表標題 光化学系IIアクセサリークロロフィルの軸配位子環境と強光との関係
3. 学会等名 第10回日本光合成学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島本直拓、中村誠、竹川裕紀、杉浦美羽
2. 発表標題 ChlD1の異なるリガンド構造がP680の機能にもたらす影響
3. 学会等名 第10回日本光合成学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miwa Sugiura, Itsuki Takachi, Yuya Hara, Shin Kanawaku, Julien Selles, and Alain Bousac
2. 発表標題 The role of Valine 185 of the D1 protein in the Photosystem II oxygen evolution
3. 学会等名 3rd International Solar Fuels Conference/International Conference on Artificial Photosynthesis-2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoki Tone, Natsumi Ugai, Yoshiki Nakajima, Michihiro Suga, Fusamichi Akita, Yasufumi Umena, Akiko Nakagawa, Miwa Sugiura, Jian-Ren Shen
2. 発表標題 X-Ray crystallographic analysis of Photosystem II from a PsbA2-only strain and its complex with bromoxynil
3. 学会等名 3rd International Solar Fuels Conference/International Conference on Artificial Photosynthesis-2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉浦美羽
2. 発表標題 光化学系IIのD1/Val185は水の酸化反応過程で多機能な役割を担う
3. 学会等名 第17回JST-さきがけ領域会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊 大貴、野口 巧、加藤 祐樹
2. 発表標題 光化学系IIにおける非ヘム鉄の酸化還元電位のpH依存性：FTIR分光電気化学法を用いた解析
3. 学会等名 日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹本 寛、野口 巧
2. 発表標題 光合成水分解反応のS2 S3遷移におけるプロトン共役電子移動の時間分解赤外分光解析
3. 学会等名 日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嶋田 友一郎、北島 智美、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 光化学系IIにおけるMn4CaO5クラスター近傍に位置する D1-Ser169の水分解反応への関与
3. 学会等名 日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤 祐樹、大平 彩花、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 FTIR分光法で明らかになった光化学系II第一キノン電子受容体QAの酸化還元特性
3. 学会等名 生体分子科学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野口 巧
2. 発表標題 光化学系 II における電子・プロトン移動反応の赤外分光解析
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」班会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊 大貴、野口 巧、加藤 祐樹
2. 発表標題 光化学系II非ヘム鉄の酸化還元電位のpH依存性
3. 学会等名 第26回光合成セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柴田 穰、小林 誉宗、Jana Sankar、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 光化学系Iの単一分子分光
3. 学会等名 第26回光合成セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林 誉宗、Jana Sankar、長尾 遼、野口 巧、柴田 穰
2. 発表標題 単一分子励起スペクトル測定による光化学系Iの光捕集過程の研究
3. 学会等名 第12回分子科学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Regulation mechanism of electron and proton transfer reactions in photosystem II
3. 学会等名 1st Asia-Oceania International Congress on Photosynthesis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared analyses of proton-coupled electron transfer in photosynthetic light-energy conversion
3. 学会等名 日本生物物理学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Kato, Fusamichi Akita, Yoshiki Nakajima, Michihiro Suga, Yasufumi Umena, Jian-Ren Shen, Takumi Noguchi
2. 発表標題 FTIR study on the S-state cycle of water oxidation in the microcrystals of photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasutada Okamoto, Takumi Noguchi
2. 発表標題 Effect of replacement of Cl ⁻ with NO ₃ ⁻ on photosynthetic water oxidation as studied by time-resolved infrared spectroscopy
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masao Yamamoto, Shin Nakamura, Takumi Noguchi
2. 発表標題 QM/MM analysis of the DOD vibrations of water molecules around the Mn ₄ CaO ₅ cluster in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Takemoto, Takumi Noguchi
2. 発表標題 Mechanism of proton-coupled electron transfer in the S2 S3 transition of photosynthetic water oxidation revealed by TRIR analysis
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Watanabe, Takumi Noguchi, Yuki Kato
2. 発表標題 FTIR-spectroelectrochemical study on the pH dependence of the redox potential of the non-heme iron in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichio Shimada, Tomomi Kitajima-Ihara, Ryo Nagao, Takumi Noguchi
2. 発表標題 Role of D1-Ser169 near O4 of the Mn4CaO5 cluster in photosynthetic water oxidation
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野口 巧
2. 発表標題 光化学系 における電子・プロトン移動反応の赤外分光解析
3. 学会等名 水和ナノ構造研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared analyses of photoreactions in photosystem II
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 祐樹、埴生 悟史、秋田 総理、中島 芳樹、菅 倫寛、梅名 泰史、沈 建仁、野口 巧
2. 発表標題 光化学系II微結晶の水分解系における中間状態遷移の赤外分光解析
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 祐樹、埴生 悟史、中島 芳樹、秋田 総理、沈 建仁、野口 巧
2. 発表標題 光化学系IIの単一微結晶における水分解反応の顕微赤外分光解析
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋田 友一郎、北島(井原) 智美、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 光化学系IIのD1-S169A変異体を用いた水分解機構の解析
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口 翔太、Shen Liangliang、Han Guangye、沈 建仁、野口 巧、三野 広幸
2. 発表標題 光化学系 II における水分解Mn4CaO5クラスターのS2構造異性体平衡の種依存性の要因
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 祐樹、大平 彩花、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 FTIR分光電気化学法による光化学系II第一キノン電子受容体QAの酸化還元特性の解明
3. 学会等名 生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋田 友一郎、北島(井原) 智美、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 光化学系IIのD1-S169A変異体を用いた光合成水分解機構の赤外分光解析
3. 学会等名 生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸叶 貴也、加藤 祐樹、杉山 翔吾、野口 巧、内橋 貴之
2. 発表標題 高速原子間力顕微鏡を用いた光化学系IIの観察
3. 学会等名 生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤 祐樹、大平 彩花、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 光合成光化学系IIにおける第一キノン電子受容体QAの酸化還元特性
3. 学会等名 電気化学会第86回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Sugiura
2. 発表標題 New Insights on ChlD1?Function in Photosystem ?from Site-Directed Mutants
3. 学会等名 10th OCARINA International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村 誠、竹川 裕紀、中村 伸、野口 巧、Alain Boussac、杉浦 美羽
2. 発表標題 光化学系IIのP680クロロフィルのリガンド環境と光合成機能との関係
3. 学会等名 第2回新学術領域「革新的光-物質変換」公開シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉浦 美羽、中村 誠、Alain Boussac、梅名 康史、沈 建仁
2. 発表標題 光化学系II複ヘムタンパク質Cytb559の異なるリガンドが及ぼす機能と構造への影響
3. 学会等名 第2回新学術領域「革新的光-物質変換」公開シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉浦 美羽
2. 発表標題 光化学系IIのP680クロロフィルのリガンド環境と光合成機能との関係
3. 学会等名 第2回新学術領域「革新的光-物質変換」公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Sugiura
2. 発表標題 Molecular Mechanisms of Efficient Electron Transfer and Water Oxidation in Photosystem II
3. 学会等名 1st Evolutionary Materials Workshop in Seoul National University（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉浦 美羽
2. 発表標題 光合成による高効率エネルギー変換機構の理解と応用研究はどこまで進んだか？
3. 学会等名 平成30年度日本農芸化学会西日本支部大会シンポジウム「限りある資源、地球環境への農芸化学からの取り組み」（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高智 五輝、原 侑也、Alain Boussac、杉浦 美羽
2. 発表標題 光化学系IIの水の酸化反応におけるD1/V185の役割について
3. 学会等名 第56回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Sugiura
2. 発表標題 Role of accessory chlorophyll ChlD1 as P680 in Photosystem II
3. 学会等名 1st Asia-Oceania International Congress on Photosynthesis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高智 五輝、原 侑也、Alain Boussac、杉浦 美羽
2. 発表標題 光化学系IIの水の酸化反応におけるD1-V185の役割の解明
3. 学会等名 第9回日本光合成学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村 誠、Alain Boussac、杉浦 美羽
2. 発表標題 光化学系IIを構成するCytb559のヘム周辺構造の変化がアクセプター側へ及ぼす影響
3. 学会等名 第9回日本光合成学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大平 彩花、長尾 遼、野口 巧、加藤 祐樹
2. 発表標題 光化学系IIにおいてMn除去してもQAの酸化還元電位は変動しない
3. 学会等名 第25回光合成セミナー2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sankar Jana, Takanori Kobayashi, Ryo Nagao, Takumi Noguchi, Yutaka Shibata
2. 発表標題 Development of novel scanning microscope for excitation spectra measurement
3. 学会等名 光化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴田 稔、小林 誉宗、杜 亭、ジャナ サンカー、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 光化学系Iタンパク質複合体の単一分子蛍光分光
3. 学会等名 分子化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Kato, Fusamichi Akita, Yoshiki Nakajima, Michihiro Suga, Yasufumi Umena, Jian-Ren Shen, Takumi Noguchi
2. 発表標題 ATR-FTIR analysis of the S-state transitions during water oxidation in photosystem II crystals
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ayaka Ohira, Ryo Nagao, Takumi Noguchi, Yuki Kato
2. 発表標題 Influence of Mn depletion on the redox potential of the primary quinone QA in photosystem II as revealed by FTIR spectroelectrochemistry
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shin Nakamura, Akihiko Sato, Takumi Noguchi
2. 発表標題 FTIR and quantum chemical calculation study of the photoactivation process of the Mn cluster in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masakazu Kimura, Shin Nakamura, Yuki Kato, Takumi Noguchi
2. 発表標題 ATR-FTIR study on the protonation state of a histidine ligand to the non-heme iron in photosystem II
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yutaka Shibata, Takanori Kobayashi, Ting Du, Sankar Jana, Ryo Nagao, Takumi Noguchi
2. 発表標題 Single-molecule spectroscopy of photosystem I at low temperature: The origin of the blinking
3. 学会等名 日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Kato, Ayaka Ohira, Ryo Nagao, and Takumi Noguchi
2. 発表標題 FTIR study on the redox property of the primary quinone QA in photosystem II
3. 学会等名 8th International Conference "Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability ? 2017" (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yutaka Shibata, Sankar Jana, Takanori Kobayashi, Ting Du, Ryo Nagao, and Takumi Noguchi
2. 発表標題 Single-molecule spectroscopy study on photosystem I at low temperatures
3. 学会等名 8th International Conference "Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability ? 2017" (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Makoto Nakamura, Alain Boussac, Miwa Sugiura
2. 発表標題 Redox property changes of cytochrome b559 of site-directed mutants in Photosystem II complex
3. 学会等名 8th International Conference "Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability ? 2017" (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Takemoto, and Takumi Noguchi
2. 発表標題 Mechanism of proton-coupled electron transfer in the S2-S3 transition of photosynthetic water oxidation revealed by time-resolved infrared analysis
3. 学会等名 IGER International Symposium on Science of Molecular Assembly and Biomolecular Systems 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shin Nakamura and Takumi Noguchi
2. 発表標題 Protonation structure of a key His residue interacting with the Mn cluster in photosystem II as revealed by polarized ATR-FTIR spectroscopy
3. 学会等名 IGER International Symposium on Science of Molecular Assembly and Biomolecular Systems 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takumi Noguchi
2. 発表標題 Infrared analysis of electron transfer and water oxidation reactions in Photosystem II
3. 学会等名 Japan-France Joint Workshop on the Structure and Function of Photosystem (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野口 巧、中村 伸
2. 発表標題 光合成水分解マンガンクラスターの酸化還元電位の制御機構
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」第1回公開シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉浦 美羽
2. 発表標題 光化学系IIにおけるP680アクセサリークロロフィル軸配位子の構造変化がもたらす機能への影響
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」第1回公開シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村 伸、佐藤 彰彦、野口 巧
2. 発表標題 光化学系IIにおけるMnクラスターの光活性化過程：FTIRおよび量子化学計算による解析
3. 学会等名 日本生物物理学会中部支部講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野口 巧
2. 発表標題 天然光合成における電子移動制御の分子機構
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤 祐樹、大平 彩花、長尾 遼、野口 巧
2. 発表標題 FTIR分光法による光化学系IIにおける第一キノン電子受容体QAの酸化還元特性の解明
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林 誉宗、Jana Sankar、杜 亭、長尾 遼、野口 巧、柴田 穣
2. 発表標題 光化学系Iの極低温単一分子分光
3. 学会等名 日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 T. Noguchi	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 7
3. 書名 Molecular mechanism of asymmetric electron transfer on the electron donor side of photosystem II, Photosynthesis: Molecular Approaches to Solar Energy Conversion	

1. 著者名 野口巧	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 6
3. 書名 光の吸収と電子・プロトン移動、光合成	

1. 著者名 中村伸、野口巧、吉澤一成	4. 発行年 2021年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 10
3. 書名 量子力学 / 分子力学 (QM/MM) 計算による金属タンパク質の研究、生命金属ダイナミクス - 生体内における金属の挙動と制御	

〔産業財産権〕

〔その他〕

名古屋大学理学研究科光生体エネルギー研究室ホームページ https://www.bio.phys.nagoya-u.ac.jp/
--

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	杉浦 美羽 (Sugiura Miwa) (80312255)	愛媛大学・プロテオサイエンスセンター・准教授 (16301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
中国	中国科学院			
フランス	CEA Saclay			