

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：13903
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2021～2023
課題番号：21H01985
研究課題名（和文）バイオハイブリッド光収穫系複合体による新規エネルギー移動経路と超高速ダイナミクス

研究課題名（英文）Novel Energy Transfer Pathways and Their Ultrafast Dynamics of Biohybrid Light-harvesting Complexes

研究代表者
出羽 毅久（Dewa, Takehisa）
名古屋工業大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：70335082
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、太陽光エネルギーを利用した物質変換に必要な不可欠な光収穫系の開発のために必要不可欠な2つの要素（1）幅広い波長領域の光を吸収し、（2）光収穫系色素間で超高速エネルギー移動について新たな知見を得た。天然の光収穫系複合体（LH2）に人工蛍光色素を結合したバイオハイブリッド光収穫系複合体を作成した。LH2変異体作成により色素結合位置を変化させることにより、吸収波長帯の拡張およびサブpsでの超高速エネルギー移動系の構築に成功した。さらに興味深いことに、共有結合で結合した色素はLH2に対しておおよそ一定の距離と配向を示すことが分子動力学計算により明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

再生可能エネルギーとしての太陽光を効率よく利用するためには、幅広い波長領域にわたる光子を効率よく「収穫」する必要がある。光合成では光収穫系複合体中に含まれる複数の光合成色素により、吸収した光エネルギーを色素間で超高速エネルギー移動させることで効率よく光エネルギーを利用している。しかし、生物種により吸収波長領域が限定されている。本研究では、光吸収効率の低い波長領域を人工色素により補完し、人工色素から（バクテリア）クロロフィルへ非常に効率よくエネルギー伝達することを可能にし、その機構を明らかにした。得られた知見は人工の光収穫系の設計戦略に活かされ、新たな光エネルギー変換システムの開発に寄与できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we obtained new insights into two essential elements necessary for the development of light-harvesting systems for material conversion utilizing solar energy: (1) the absorption of light across a wide wavelength range and (2) ultrafast energy transfer between light-harvesting system dyes. We created a bio-hybrid light-harvesting complex by binding artificial fluorescent dyes to the natural light-harvesting complex (LH2). By altering the dye binding sites by creating LH2 mutants, we expanded the absorption wavelength range and constructed an ultrafast energy transfer system within sub-picoseconds. Furthermore, interestingly, molecular dynamics calculations revealed that covalently bound dyes exhibit approximately constant distances and orientations relative to LH2.

研究分野：生体高分子化学、生物物理学

キーワード：光合成 バイオハイブリッド 光収穫系複合体 超高速エネルギー移動

1. 研究開始当初の背景

エネルギー密度の低い太陽光を利用するためには光収穫系が必要不可欠である。幅広い波長領域の太陽光を吸収し、超高速エネルギー移動により効率よく光収穫系を駆動させる必要がある。天然の高効率な光収穫の鍵は、複数の色素間のエネルギー移動を(1)連続的に、(2)サブピコ秒の超高速で、(3)単一速度成分で起こすことである。これらが達成できれば、天然に匹敵する光収穫系の創製が可能となる。紅色光合成細菌の光収穫系複合体(以下、LH2)は光合成色素(バクテリオクロロフィルとカロテノイド)と疎水性ポリペプチド(LH2 α と β)からなる9量体リング状複合体である(図1)。バクテリオクロロフィルはそのQ_y帯の吸収波長からB800とB850と呼ばれる2種類の分子集合系を形成している。カロテノイドからバクテリオクロロフィルQ_x帯へは200 fs、B800からB850へのエネルギー移動は700 fsで起こり、これらのサブピコ秒の単一の時定数で起こる連続的な超高速エネルギー移動により量子収率100%の効率の良いエネルギー収穫を行っている(図1)。提案者はこれまでに、LH2の吸収波長領域を拡大するために、吸収強度の低い領域をカバーする蛍光色素(Alexa647)をLH2のリジン側鎖に結合したバイオハイブリッドLH2を作成し、Alexa647からB800およびB850へのエネルギー移動が超高速(440 fs-23 ps: 3成分)で起こることを示した(図1右下、文献(1))。また、蛍光色素により吸収されたエネルギーは電荷分離反応と触媒反応(光電流発生)に効率よく利用でき、光収穫能の定量的評価することに世界で初めて成功した(2,3)。人工のエネルギー移動系では複雑な多成分指数関数ダイナミクスを示し、効率は天然系に及ばない。我々はLH2変異体によりAlexa647の結合位置を固定したバイオハイブリッドLH2でエネルギー移動ダイナミクスを調べたところ、単一速度成分(10 ps)でB800にエネルギー移動し、その後700 fsでB850に連続的にエネルギー移動することを見出した(4)。タンパク質に結合した蛍光色素が単一速度成分でエネルギー移動する系は合成物も含めほとんど例がない。我々の知見は、天然のエネルギー移動系と同様に単一速度成分で連続的な超高速エネルギー移動系を人工的に構築できることを示唆する。基本設計は、ドナーとアクセプターの距離と配向が一定になるようにそれぞれを配置すれば達成できるはずである。しかし多くの場合、距離と配向は多様となり、その制御は容易ではないため、これらを制御する設計戦略が必要である。光合成タンパク質(光収穫系複合体や反応中心複合体)は光エネルギー変換材料として注目されている(Hunter(英)、Reisner(英)、Jones(英)+Frese(蘭)、Lisdat(独)、Utschig(米)、Govorov(イスラエル)など)。太陽光から効率よく光収穫するために、これらの光合成タンパク質と人工色素を結合する研究が提案者らや欧米を中心に進められてきている(Loach(米)、Trotta(伊)、Woodbury(米)など)。提案者らの例を除き、エネルギー移動はすべて多成分ダイナミクスを示している。より超高速(サブピコ秒)で単一速度成分のエネルギー移動ダイナミクスの達成は、天然と匹敵する(さらにその性能を越える)バイオハイブリッド材料の創製の鍵となる。

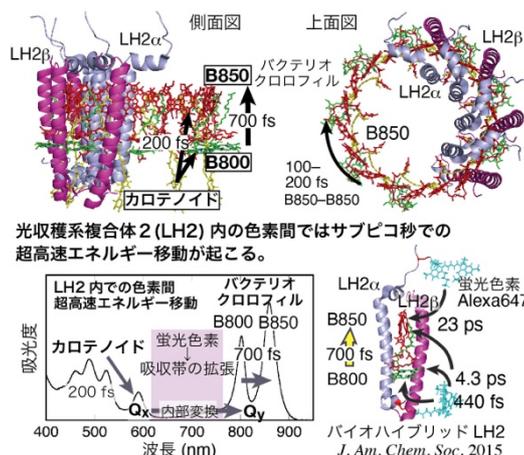


図1. 光合成の光収穫系複合体のエネルギー移動経路

2. 研究の目的

本研究では、堅牢なエネルギー移動系を有するLH2を基本構造として、バイオハイブリッドLH2による光収穫能の増強を目的とする。そのために、次の(1)-(4)により天然の励起エネルギー移動系を拡張した新規な超高速エネルギー移動系を構築する。

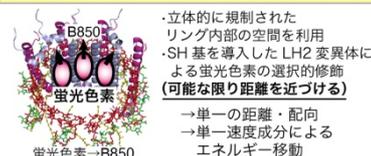
(1) “より超高速”で単一速度成分からなる超高速エネルギー移動系の達成(図2(1))

LH2のリング内部の立体的に規制された空間を利用して蛍光色素の配向を制御し、ドナー(Alexa647, ATTO647Nなど)／アクセプター間の距離を可能な限り接近させることで、「より超高速」かつ「単一成分ダイナミクス」を達成する。

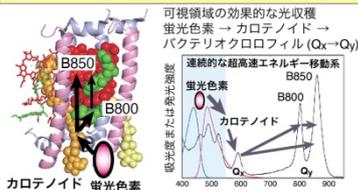
(2) カロテノイドを経由する新規な連続的エネルギー移動系の構築(図2(2))

太陽光強度の最も高い400-600nmの光を効果的に収穫するために、蛍光色素→カロテノイド→バクテリオクロロフィルの連続的なエネルギー移動系を構築する。

(1) エネルギー移動速度のさらなる高速化と単一成分化



(2) カロテノイドを経由する新規エネルギー移動経路



(3) バイオハイブリッドLH2により増強される光電変換能

図2. 「バイオハイブリッドLH2による新規エネルギー移動経路と超高速ダイナミクス」を通し、光収穫能の増強を目指す。

- (3) 光捕集能を増強させたバイオハイブリッド LH2 によるエネルギー変換
 (1)-(2)で光収穫能を増強したバイオハイブリッド光収穫系複合体を用い、電極上での反応中心複合体(LH1-RC)による光電変換能の増大を定量的に明らかにする。
 (4) 蛍光色素から LH2 へのエネルギー移動機構について明らかにする。

3. 研究の方法

(1) LH2 リング内部に結合させた蛍光色素から B850 への超高速エネルギー移動 (図 3)

LH2 リング内部の立体的に混み合った空間特性を利用し、色素の配向とアクセプター-B850 との距離を制御する (図 2(1))。図 3 右に示すように、LH2 リング内部に配置されている LH2 α ポリペプチドの (1)-(5) のアミノ酸をシステイン(C)に置換した変異体をそれぞれ 5 種類作成する。位置(1)と(2)は LH2 リング内部の疎水部であり、立体的に混み合った位置であることから、マレイミド基で結合した蛍光色素は立体配置を規制され、B850 と 12-15Å 程度まで接近し、より高速で単一速度成分での超高速エネルギー移動が期待できる。位置(3)-(5)は親水性領域から B850 へ近接させる戦略で、B850 の約 18Å 程度の距離となる。結合位置の親水性・疎水性環境により蛍光色素の結合が困難な場合は、図 3 中の親水性色素 (Alexa647) や疎水性色素 (ATTO647N) を用いる。これらのバイオハイブリッド LH2 を用い、超高速ダイナミクスをフェムト秒過渡吸収計測により明らかにする。

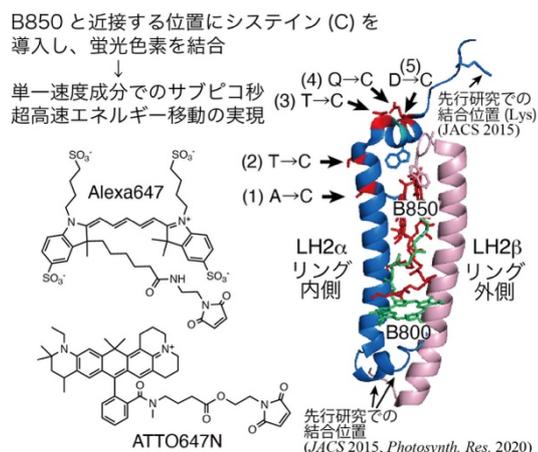


図 3. 研究目標 1: 蛍光色素から B850 への単一速度成分による超高速エネルギー移動系の作成。

(2) カロテノイドを経由する連続的なエネルギー移動系の構築 (図 2(2)) LH2 中のカロテノイドに近接するアミノ酸側鎖をシステインに変換し、青色蛍光色素 (ATTO 425 など) を結合させたバイオハイブリッド LH2 を調製する。逐次的エネルギー移動「蛍光色素→カロテノイド→バクテリオクロロフィル」のダイナミクスをフェムト秒過渡吸収計測により明らかにする。色素の修飾位置の最適化により、より高効率化する。

(3) (1)-(2)で作成したバイオハイブリッド LH2 の光収穫能の増強効果を電極上での反応中心複合体(LH1-RC)による光電変換能の増大として、提案者が開発した手法を用いて定量的に明らかにする (文献 2, 3)。

4. 研究成果

(1) より超高速な超高速エネルギー移動系の構築 (投稿論文作成中)

図 3 に示す LH2 α ペプチドの (1)-(5) の位置に反応性のシステインを導入した変異体(A1C, T5C, T8C, D12C, Q15C)をそれぞれ光合成細菌 *Rhodobacter sphaeroides* IL106 (LH2 欠損株) から作成した。

A1C および T5C へ ATTO647N を結合したところ、結合数は LH2 1 分子あたりそれぞれ 3、6 であった。A1C の結合位置は LH2 の疎水性リング内部であることから、立体障害によりその結合数が少ないことが考えられる。フェムト秒過渡吸収計測から、A1C, T5C とともにサブ ps から 5 ps の速度でエネルギー移動していることが認められた。また、これらの色素結合体を DOPG 脂質二分膜に再構成したものではさらに速度が増大し、130-180 fs の領域のエネルギー移動成分が観測された。この速度はこれまで観察されたどのバイオハイブリッド体でのエネルギー移動速度よりも速く、B850 リング内でのエネルギー移動速度に匹敵する。エネルギー移動速は A1C よりも T5C で速くなっていた。分子動力学を含む理論計算から、A1C と T5C では LH2 リング内での ATTO647N の運動性が大きく異なる様子が観察された。これらの違いが ATTO647N と B850 バクテリオクロロフィルとの電子カップリングの強度の違いに反映されていると推察される。また、これらの速いエネルギー移動速度は通常の Förster 機構では説明できず、一般化 Förster 理論⁽⁵⁾を適応することにより合理的に解釈することができた。

LH2 α ペプチドの C 末端領域に変異を導入した T8C, D12C, Q15C では、上述の A1C, T5C とは顕著に異なる結果が示された。1 ps 程度の速いエネルギー移動成分は含むものの、二成分でのエネルギー移動を示し、平均の速度はミセル溶液で 5-10 ps、DOPG 再構成膜系で ~4 ps となった。おそらく、B850 リングの上部に位置するため、A1C, T5C とは異なる機構でエネルギー移動していると考えられる。興味深い観察結果として、Q15C において B850 吸収帯の顕著な変化が見られた。これは、この位置への色素結合により、隣接するチロシン残基の立体配置に変化を与え、その結果 B850 バクテリオクロロフィルへの水素結合が部分的に切断されたものと推察される。この現象については引き続き検討していく計画である。

(2) カロテノイドを経由する新規な連続的なエネルギー移動系の構築 (投稿論文作成中)

LH2 中のカロテノイドへのエネルギー移動を可能にするために、蛍光色素 ATTO425(マレイミド体)を LH2 (*Rps. acidophila* strain 10050)に文献(1)と同様の手法で結合させた(LH2-

ATTO425)。420–430 nm 付近に ATTO425 由来の吸収帯が確認できた。吸収強度から見積もった ATTO425 結合数は LH2 1 分子あたり 13 個であった。

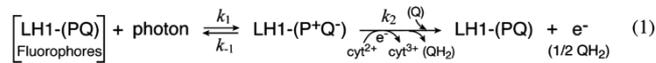
ATTO425 から LH2 へのエネルギー移動を調べるために、定常蛍光スペクトルを計測した。ATTO425 励起 (436 nm) により、LH2 と結合しない場合は顕著な ATTO425 由来の発光スペクトルが観察されたが、LH2 と結合することにより著しい消光が見られた。LH2 中の B850 からの蛍光を観測したところ、ATTO425 の結合により B850 からの蛍光が増大している事が認められた。ATTO425 の蛍光帯と LH2 中のカロテノイドの吸収帯の重なりが大きいことから、ATTO425 からカロテノイドを経由して、B850 バクテリオクロロフィルにエネルギー移動している事が考えられた。

(3) バイオハイブリッド LH2 の光収穫能の増強効果を電極上での反応中心複合体 (LH1-RC) による光電変換能の増大 (成果論文 6)

蛍光色素により光収穫系を拡張した LH2 および LH1 がどの程度反応中心複合体 RC での電荷分離および光触媒能 (光電流発生) に寄与するかを検証した。

まず蛍光計測から電荷分離の収率を計測した。その結果を図 4 に示す。これらは LH1-RC に蛍光色素 (Alexa647 あるいは ATTO647N) を結合したものである。LH1-RC の B875 を直接励起した場合、蛍光色素結合の有無に関わらず電荷分離の収率 (F_v/F) は 0.6–0.7 であった (A)。一方、蛍光色素の吸収波長 650 nm で励起すると、Alexa, ATTO 結合体では B875 直接励起の場合と同様の収率を示した (B)。蛍光色素を結合していない LH1-RC では、650 nm での吸収強度が弱いため、電荷分離の収率は ~0.3 にとどまった。この結果から、蛍光色素で吸収された光エネルギーは高い収率で LH1 にエネルギー移動し、その後 RC での電荷分離を導いている⁽³⁾ことが明らかとなった。

次に、LH1-RC を電極上に固定化することにより、RC の光サイクルの回転による触媒反応を光電流として計測し、定量化した⁶。



この反応式は、LH1-RC を酵素、光子を基質、生成物を電子、酵素-基質複合体を電荷分離状態の LH1-RC として見なしたものであり、典型的なミカエリス-メンテン型の酵素反応式である。実際、光量 (photon flux density: PFD) に対して光電流をプロットすると、ミカエリス-メンテン型の速度式が成立する。

$$v = \frac{V_{\max} J_{\text{ex}}}{K_m + J_{\text{ex}}} \quad (2)$$

ここで v は光電流値、 J_{ex} は照射光強度 (PFD) である。

$$V_{\max} = k_2 \alpha [\text{LH1-RC}]_0 \quad (3)$$

$$v = k_1 \alpha [\text{LH1-RC}]_0 J_{\text{ex}} \quad (4)$$

得られた電流値の照射光強度依存性から、式 (3) (4) 中の各速度定数とパラメータが得られる。光収穫系がどの程度光触媒部位 RC と機能的にリンクしているかを表すのは式 4 中の速度定数 k_1 である。速度定数 k_1 は吸収断面積に比例する⁷。これを立証するために、LH1-RC での照射光波長と k_1 との関係調べたところ、直線的な相関が得られた (図 5 A)。この赤で示した直線が「天然系での光収穫系と反応中心の機能的カップリング」の基準となる。この基準線に対して、蛍光色素を結合した LH1-RC での k_1 をプロットすると、ATTO647N を結合した LH1-RC (LH1-RC-AT647N) が「天然系での光収穫系と反応中心の機能的カップリング」を示す基準線上に表された。このことから、LH1 に結合した ATTO647N は天然の LH1 に匹敵する光収穫能と触媒部位の機能的結合を有する事が明らかとなった。その他の蛍光色素 (Alexa647, Alexa680, Alexa750) ではこれよりも低い k_1 を示す傾向にある。これらの蛍光色素は比較的親水性であり、脂質膜で再構成した場合にはエネルギー速度と移動収率が下がることが認められたことから³、疎水性の ATTO647N は脂質膜の疎水部に潜り込み、アクセプターとなる LH1 の B875 に近接する位置に配置されることにより、高い光収穫能を示すと考えられる。

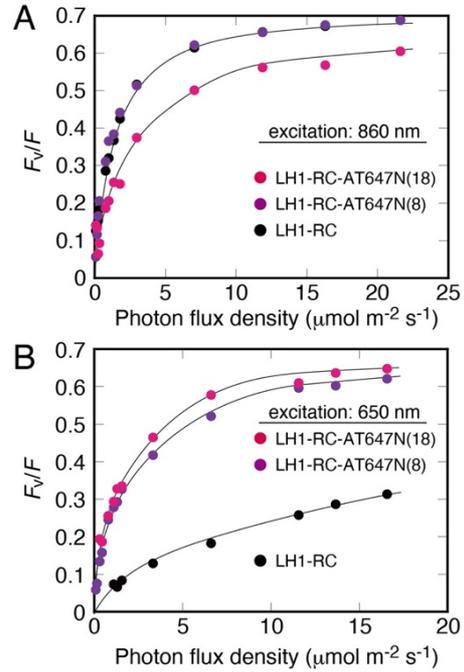


図 4. 電荷分離の量子収率. A: 860 nm 励起、B: 蛍光色素の吸収帯 650 nm での励起。

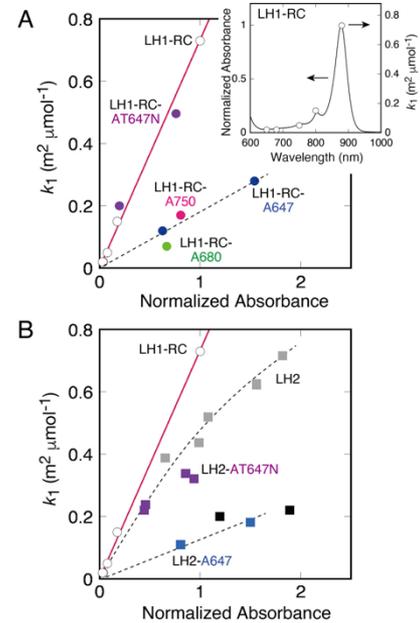


図 5. 速度定数 k_1 と規格化した吸光度との相関. A: LH1-RC とその色素結合体、B: LH2/LH1-RC と LH2 色素結合体。

一方、天然の光収穫系の LH2 を用いた場合 (B)、LH1-RC の直線部よりもやや低い位置に飽和型の曲線を描いた。これは脂質膜に LH1-RC と LH2 を再構成する際に、LH1-RC と LH2 の物理的接触の違いにより、LH2 から LH1-RC へのエネルギー移動が部分的に切断されているためであると考えられる。次に、LH2 に蛍光色素 (ATTO647N, Alexa647) を結合した系を調べた。ここでも疎水性の ATTO647N を結合した LH2 が天然の LH2 に匹敵する k_1 を示し、親水性蛍光色素の Alexa647 を結合した場合よりも高い値を示した。これは LH1-RC の場合と同様に、ATTO647N が脂質膜の疎水性領域に潜り込むため、より効率の良いエネルギー移動を示すためであると考えられる²。以上の結果から、作成した色素結合型光収穫系複合体 (バイオハイブリッド光収穫系複合体) が天然と同様の光収穫能と触媒部位との機能的結合を有する事が示された。

(4) バイオハイブリッド LH2 のエネルギー移動機構 (成果論文 8、9)

本研究では (1) で述べたように、変異を導入した LH2 とともに、(2) (3) で示したリンカーを介して蛍光色素を結合したものをを用いた。ここで用いたリンカーは図 6 に示す 3 種類のうち、最も鎖長の長いもの (long linkage: LL) である。鎖長の短いもの (short linkage: SL) と、リンカーを使わずに直接色素を LH2 のリジンに結合したもの (direct linkage: DL) を用いて、エネルギー移動速度とエネルギー移動収量を測定した。リンカー長が短くなるほどドナーアクセプター距離が短くなり、エネルギー移動速度が増加すると予測したが、その予測に反してエネルギー移動速度は 3 種類の linkage で違いは見られなかった⁽⁸⁾。しかし、エネルギー移動終了は鎖長が長くなるほど増加する (~90%) 傾向を示した。分子動力学と Transient charge from electrostatic potential (TrESP) 法を用いて理論計算を行ったところ、長いリンカー LL では最近接の B850 バクテリオクロロフィルからの距離と配向がほぼ一定の値を取ることが明らかとなった⁽⁹⁾。総合して考えると、長いリンカーを用いた場合、一定のドナーアクセプター距離 (20–26Å) と配向性 κ^2 (~1.63) を保ち、タンパク質の側鎖との衝突を避けることにより無輻射失活を最小限に抑え、高いエネルギー移動収率をもたらしていると考えられる。リンカー長が短くなると、タンパク質側鎖との衝突や、不利な配向性により収率が低下すると推察される⁽⁸⁾。

さらにエネルギー移動機構の詳細を調べるために、ドナーとなる蛍光色素の発光帯とアクセプターとなる LH2 の B800/B850 吸収帯との重なりとエネルギー移動速度との関係を調べた。図 7 に用いた蛍光色素 (Alexa647, Alexa680, Alexa750) の吸収帯 (a) とそれらの発光帯 (e, f, g)、および LH2 との結合体 (b, c, d) を示す。通常 Förster 型のエネルギー移動ではスペクトルオーバーラップの増加に伴い、エネルギー移動速度は増加するはずである。フェムト秒過渡吸収計測の結果、エネルギー移動速度は確かに Alexa647, Alexa680, Alexa750 の順に増加した。しかしながら、その増加傾向はスペクトルオーバーラップとは定量的には相関しなかった。すなわち、スペクトルオーバーラップの最も小さい Alexa647 で高いエネルギー移動速度を示した。このことは、B850 が形成するエネルギー準位の高い光学禁制のエキシトンバンドを経由したエネルギー移動機構が関与していることが示唆された⁽⁹⁾。このような光学禁制のエキシトンバンドを経由したエネルギー移動機構について、今後さらに理論計算を含め、より詳細に明らかにしていく計画である。

[引用文献]

- (1) Yoneda, et al., *J. Am. Chem. Soc.* 137, 13121 (2015)
- (2) Yoneda, et al., *J. Phys. Chem. C* 124, 8605 (2020)
- (3) Kasagi, et al., *J. Photochem. Photobiol. A* 405, 112790 (2020)
- (4) Yoneda, et al., *Photosynth. Res.* 143, 115 (2020)
- (5) Mirkovic, et al., *Chem. Rev.* 117, 249 (2017)
- (6) Dewa, et al., *J. Phys. Chem. B* 127, 10315 (2023)
- (7) Noji, et al., *J. Phys. Chem. B* 122, 1066 (2018)
- (8) Yoneda, et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.* 24, 24714 (2022).
- (9) Fujimoto, et al., *Sci. Rep.* 12, 15091 (2022)

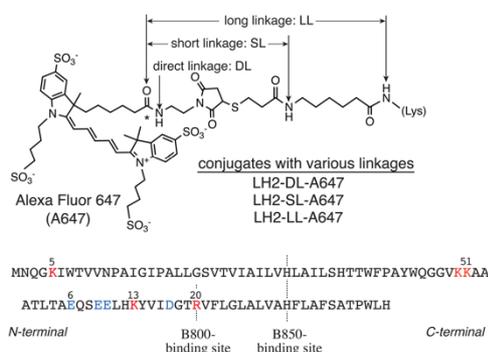


図 6. 蛍光色素と LH2 タンパク質 (LH2α, LH2β) との結合様式とアミノ酸配列。

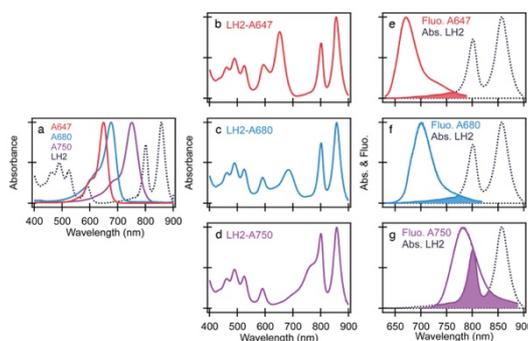


図 7. 諸種の蛍光色素 (Alexa647, Alexa680, Alexa750) と LH2 とのスペクトルオーバーラップ。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kazuhiro J. Fujimoto, Tomoya Miyashita, Takehisa Dewa, Takeshi Yanai	4. 巻 12
2. 論文標題 Determination of FRET Orientation Factor between Artificial Fluorophore and Photosynthetic Light-Harvesting 2 Complex (LH2)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sci. Rep.	6. 最初と最後の頁 15091
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-19375-2	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 Yusuke Yoneda, Tomoyasu Noji, Naoto Mizutani, Daiji Kato, Masaharu Kondo, Hiroshi Miyasaka, Yutaka Nagasawa, Takehisa Dewa	4. 巻 24
2. 論文標題 Energy Transfer Dynamics and Mechanism of Biohybrid Photosynthetic Antenna Complexes Chemically-Linked with Artificial Chromophores	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 24714 24726
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2cp02465a	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 Masayuki Morimoto, Haruna Hirao, Masaharu Kondo, Takehisa Dewa, Yukihiro Kimura, Zheng-Yu Wang-Otomo, Hitoshi Asakawa, Yoshitaka Saga	4. 巻 -
2. 論文標題 Atomic force microscopic analysis of the light-harvesting complex 2 from purple photosynthetic bacterium Thermochromatium tepidum	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Photosynth. Res.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11120-023-01010-4	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 Y. Yoneda, M. Kito, D. Mori, A. Goto, M. Kondo, H. Miyasaka, Y. Nagasawa, T. Dewa	4. 巻 156
2. 論文標題 Ultrafast energy transfer between self-assembled fluorophore and photosynthetic light-harvesting complex 2 (LH2) in lipid bilayer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 095101-1- 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0077910	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 Tomoyasu Noji, Mai Watanabe, Takehisa Dewa, Shigeru Itoh, Masahiko Ikeuchi	4. 巻 12
2. 論文標題 Direct Energy Transfer from Allophycocyanin-Free Rod-Type CpcL-Phycobilisome to Photosystem I	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 6692 - 6697
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcllett.1c01763	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 Takahashi Kousuke, Nishiyama Taiki, Umezawa Naoki, Inoue Yasumichi, Akiba Isamu, Dewa Takehisa, Ikeda Atsushi, Mizuno Toshihisa	4. 巻 60
2. 論文標題 Delivery of external proteins into the cytoplasm using protein capsules modified with IgG on the surface, created from the amphiphilic two helix-bundle protein OLE-ZIP	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 968 ~ 971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3CC05347D	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 Dewa Takehisa, Kimoto Komei, Kasagi Genki, Harada Hiromi, Sumino Ayumi, Kondo Masaharu	4. 巻 127
2. 論文標題 Functional Coupling of Biohybrid Photosynthetic Antennae and Reaction Center Complexes: Quantitative Comparison with Native Antennae	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 10315 ~ 10325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpccb.3c04922	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 Otomo Kohei, Dewa Takehisa, Matsushita Michio, Fujiyoshi Satoru	4. 巻 127
2. 論文標題 Cryogenic Single-Molecule Fluorescence Detection of the Mid-Infrared Response of an Intrinsic Pigment in a Light-Harvesting Complex	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 4959 ~ 4965
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpccb.3c00284	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 -

〔学会発表〕 計74件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 Takehisa Dewa
2. 発表標題 Ultrafast Excitation Energy Transfer of Biohybrid Light-Harvesting Complex 2 (LH2)
3. 学会等名 15th International Symposium on Nanomedicine (ISNM2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takehisa Dewa
2. 発表標題 Biohybrid Approach for Constructing Ultrafast Excitation Energy Transfer Systems Using Photosynthetic Light-Harvesting Complexes
3. 学会等名 International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu (ICPAC Kota Kinabalu 2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takehisa Dewa
2. 発表標題 Enhanced Light Harvesting and Photocurrent Generation Activities of Purple Bacterial LH Complexes
3. 学会等名 Japan-UK joint project on the photosynthetic model membrane (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takehisa Dewa, Masaya Kito, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, Masaharu Kondo, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Ultrafast Excitation Energy Transfer of Engineered Biohybrid Light-harvesting 2 Complex (LH2) with Extrinsic Chromophores
3. 学会等名 18th International Congress on Photosynthesis Research (ICPR2022) Dunedin New Zealand (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桑原 隼人、近藤 政晴、Ashley Hancock、Peter Adams、出羽 毅久
2. 発表標題 蛍光色素分子から光捕集系タンパク質へのエネルギー移動と光電変換機能の評価
3. 学会等名 第53回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出羽毅久
2. 発表標題 光合成膜タンパク質集合体により駆動する光エネルギー変換人工オルガネラ
3. 学会等名 学術変革領域A「超越分子システム」第2回領域会議 発表年：2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木本功明・笠木元気・長谷川馨・近藤政晴・出羽毅久
2. 発表標題 光合成光収獲系複合体のアンテナ機能の増強
3. 学会等名 学術変革領域A「超越分子システム」第2回領域会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 各務朱音・近藤政晴・鈴木肇・阿部竜・出羽毅久
2. 発表標題 リポソーム中に再構成した光収獲系 1-反応中心複合体(LH1-RC)と半導体光触媒による光反応系の構築
3. 学会等名 学術変革領域A「超越分子システム」第2回領域会議
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出羽毅久・鬼頭征也・山本哲也・米田勇祐・近藤政晴・宮坂博・長澤裕
2. 発表標題 光収穫系複合体(LH2)の機能拡張と超高速エネルギー移動
3. 学会等名 第 71 回高分子討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出羽毅久・鬼頭征也・山本哲也・米田勇祐・近藤政晴・宮坂博・長澤裕
2. 発表標題 バイオハイブリッド光収穫系複合体LH2の励起エネルギー移動
3. 学会等名 第 3 2 回バイオ・高分子シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鬼頭征也、山本哲也、日名子一起、加藤大二、近藤政晴、長澤 裕、出羽毅久
2. 発表標題 システムを導入した光収穫複合体(LH2)による超高速エネルギー移動系の制御
3. 学会等名 第 2 9 回 光合成セミナー 2 0 2 2 : 反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水太賀、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 光捕集アンテナ複合体(LH2)とフラワーレンとの複合化とその蛍光特性
3. 学会等名 第 2 9 回 光合成セミナー 2 0 2 2 : 反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木本功明、笠木元気、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 バイオハイブリッド光収穫系1-反応中心複合体(LH1-RC)のエネルギー移動および光電変換能
3. 学会等名 第29回 光合成セミナー2022：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桑原隼人、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 蛍光色素分子による光捕集系タンパク質LHCIIの光電変換機能拡張
3. 学会等名 第29回 光合成セミナー2022：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 各務 朱音、近藤 政晴、出羽 毅久、鈴木 肇、阿部 竜
2. 発表標題 光収穫系1-反応中心複合体(LH1-RC)と半導体光触媒を用いた光化学反応系の構築
3. 学会等名 第29回 光合成セミナー2022：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木康史、秦 潤奈、和田拓也、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 光合成膜中で発現させた非天然型タンパク質による超分子複合体形成
3. 学会等名 第29回 光合成セミナー2022：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秦 潤奈、鈴木康史、和田拓也、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 光合成細菌中でのダンベル型人工膜タンパク質の発現
3. 学会等名 第29回 光合成セミナー2022：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤田悠作、平野佳穂、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 紅色光合成細菌内での人工膜タンパク質発現のための遺伝子設計
3. 学会等名 第29回 光合成セミナー2022：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長澤 裕、山本 哲也、日名子 一起・鬼頭 征也、近藤 政晴、出羽 毅久
2. 発表標題 B850近傍に色素を導入したバイオハイブリッド光捕集アンテナLH2のエネルギー移動ダイナミクス
3. 学会等名 第12回日本光合成学会年会・公開シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長澤 裕、田中 丈朝、日高 翼、松本 誠史、太田 周志、寺本 高啓
2. 発表標題 ソルバトクロミズムを示す色素フェノールブルーの超高速無輻射失活過程と互変異性化
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会(2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松中 由有、山本 哲也、日名子 一起、邨井 孝行、石川 宙、長澤 裕
2. 発表標題 SBP- ⁻ -NPのフォトクロミズムにおける温度依存性と励起波長依存性
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会(2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 邨井 孝行、日名子 一起、山本 哲也、石川 宙、松中 由有、長澤 裕
2. 発表標題 cis-N,N'-ジアセチルインジゴにおける光異性化反応のダイナミクスと温度依存性
3. 学会等名 日本化学会第103春季年会(2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本 哲也、日名子 一起、松中 由有、木原 優、長澤 裕
2. 発表標題 SBP- ⁻ -NPが示すフォトクロミズムの温度依存性
3. 学会等名 第12回 CSJ化学フェスタ2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長澤 裕、木原 優、谷 駿太郎、東 岳斗、寺本 高啓
2. 発表標題 可視光長波長領域に吸収帯を有するインジゴ誘導体のtrans-cis光異性性の超高速ダイナミクス
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中文朝、日名子一起、山本哲也、辻井遥、長澤裕
2. 発表標題 ポリマー中で超高速の無輻射失活を示す色素フェノールブルーの励起状態ダイナミクス
3. 学会等名 第16回分子科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中 文朝、日名子 一起、辻井 遥、山本 哲也、長澤 裕
2. 発表標題 ポリマー中にドーブされた無蛍光性色素フェノールブルーの超高速無放射失活
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 辻井 遥、政岡 宥人、木原 優、日名子 一起、長澤 裕
2. 発表標題 電子供与性溶媒中でのフラレン誘導体[60]PCBMの電荷移動錯体形成と光励起ダイナミクス
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東 岳斗、木原 優、日名子 一起、長澤 裕
2. 発表標題 ヘミインジゴ誘導体の超高速E-Z異性化反応
3. 学会等名 2022年光化学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長澤 裕、山本 哲也、日名子 一起、鬼頭 征也、近藤 政晴、出羽 毅久
2. 発表標題 バイオハイブリッドLH2 : B850への選択的超高速エネルギー移動
3. 学会等名 第22回日本光生物学協会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊 淳史、田中 丈朝、石川 宙、長澤 裕
2. 発表標題 糖ガラス中の色素Auramine 0が示すred-edge効果
3. 学会等名 第67回低温生物工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamato Higashi, Yu Kihara, Kazuki Hinago, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 E-Z isomerization dynamics of photochromic hemiindigo derivatives
3. 学会等名 17th International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazuki Hinago, Tomomi Inagaki, Tetsuya Yamamoto, Masataka Hoashi, Keita Sugihara, Chihiro Azai, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Electron Transfer Mechanism in the Green Sulfur Bacterial Reaction Center: Study by Femtosecond Transient Absorption Spectroscopy
3. 学会等名 17th International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taketomo Tanaka, Kazuki Hinago, Haruka Tsujii, Tetsuya Yamamoto, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Ultrafast Nonradiative Deactivation Dynamics of Solvatochromic Dye Phenol Blue in Polymers
3. 学会等名 17th International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, Yutaka Nagasawa, Masaya Kito, Masaharu Kondo, Takehisa Dewa
2. 発表標題 Energy Transfer in Cysteine-Incorporated Biohybrid Light-Harvesting Antenna (LH2)
3. 学会等名 17th International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中丈朝、日名子一起、辻井遥、山本哲也、長澤裕
2. 発表標題 ポリマー中における無蛍光性色素フェノールブルーの超高速無輻射失活ダイナミクス
3. 学会等名 第43回光化学若手の会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takehisa Dewa
2. 発表標題 Enhanced Light Harvesting and Photocurrent Generation Activities of Biohybrid Light-Harvesting Complexes
3. 学会等名 14th International Symposium on Nanomedicine (ISNM2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takehisa Dewa, Genki Kasagi, Komei Kimoto, Masaharu Kondo
2. 発表標題 Biohybrid Light-Harvesting 1-Reaction Center Complex (LH1-RC): Enhanced Light-Harvesting and Photocurrent Generation Activities
3. 学会等名 Chemical Science Symposium 2021: Biohybrid Approaches to Sustainable Energy Conversion (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, Masaya Kito, Masaharu Kondo, Takehisa Dewa, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Energy transfer dynamics in cysteine-incorporated biohybrid light-harvesting complex
3. 学会等名 Chemical Science Symposium 2021: Biohybrid Approaches to Sustainable Energy Conversion (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出羽毅久
2. 発表標題 蛍光色素により光収穫能を拡張した光合成アンテナ複合体 (LH2) の新規なエネルギー移動
3. 学会等名 新学術領域研究「革新的光物質変換」第4回最終公開シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木本功明・笠木元気・近藤政晴・出羽毅久
2. 発表標題 バイオハイブリッド光収穫系1-反応中心複合体 (LH1-RC) の作成と光電変換能の評価
3. 学会等名 第52回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桑原隼人・近藤政晴・出羽毅久
2. 発表標題 光収穫系タンパク質LHCIIの脂質二重膜への導入と蛍光色素分子による光電変換機能拡張
3. 学会等名 第52回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出羽毅久・鈴木康史・和田拓也・平野佳穂・泰 潤奈・近藤政晴
2. 発表標題 光合成膜で発現させる人工膜タンパク質超分子構造
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 哲也・日名子 一起・鬼頭 征也・近藤 政晴・出羽 毅久・長澤 裕
2. 発表標題 システムを導入したバイオハイブリッド光捕集アンテナLH2におけるエネルギー移動ダイナミクス
3. 学会等名 2021年光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下知也, 藤本和宏, 出羽毅久, 柳井毅
2. 発表標題 光合成集光アンテナと人工色素との間で起こるFRETの理論解析
3. 学会等名 第15回分子科学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 出羽毅久
2. 発表標題 非共有結合系分子集合体中での蛍光色素-光収穫系複合体LH2間超高速エネルギー移動
3. 学会等名 新学術領域研究「光合成分子機構の学理解明と時空間制御による革新的光-物質変換系の創製」第4回合同班会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鬼頭征也・山本哲也・日名子一起・加藤大二・近藤政晴・長澤裕・出羽毅久
2. 発表標題 システインを導入した光収穫複合体(LH2)による超高速エネルギー移動系の制御
3. 学会等名 第31回バイオ高分子シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木康史・平野佳穂・和田拓也・近藤政晴・出羽毅久
2. 発表標題 光合成膜中で発現させた非天然型タンパク質による超分子複合体形成
3. 学会等名 第31回バイオ高分子シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤菜月・近藤政晴・坂本雅典・寺西利治・出羽毅久
2. 発表標題 量子ドットを結合させた光捕集アンテナタンパク質複合体(LH2)の作成
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 康史、平野 佳穂、秦 潤奈、和田 拓也、近藤 政晴、出羽 毅久
2. 発表標題 光合成膜中で発現させた非天然型タンパク質による超分子複合体形成
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鬼頭 征也、山本 哲也、日名子 一起、加藤 大二、近藤 政晴、長澤 裕、出羽 毅久
2. 発表標題 システインを導入した光収穫複合体(LH2)による超高速エネルギー移動系の制御
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木本 功明、笠木 元気、近藤 政晴、出羽 毅久
2. 発表標題 バイオハイブリッド光収穫系1-反応中心複合体 (LH1-RC) のエネルギー移動および光電変換能
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桑原 隼人、近藤 政晴、出羽 毅久
2. 発表標題 光捕集系タンパク質LHCIIの電極上への固定化と光電流計測
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村田 颯太、近藤 政晴、伊原 正喜、出羽 毅久
2. 発表標題 光誘起水素発生を目指した膜貫通型タンパク質へのZnPPIXの組織化
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野佳穂・鈴木康史・和田拓也・近藤政晴・出羽毅久
2. 発表標題 人工ハイブリッド膜タンパク質作成のための遺伝子設計
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水太賀、出羽毅久、近藤政晴
2. 発表標題 光捕集アンテナ複合体(LH2)とフラージェンとの複合化とその蛍光特性
3. 学会等名 第28回光合成セミナー2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木本功明・近藤政晴・出羽毅久
2. 発表標題 バイオハイブリッド光収穫系1-反応中心複合体(LH1-RC)のエネルギー移動および光電変換能
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takehisa Dewa
2. 発表標題 Functional Coupling of Biohybrid Photosynthetic Antennae and Reaction Center Complexes: Quantitative Comparison with Native Antennae
3. 学会等名 16th International Symposium on Nanomedicine (ISNM2023) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 出羽毅久
2. 発表標題 光合成膜タンパク質集合体により駆動する光エネルギー変換人工オルガネラ
3. 学会等名 2023年度 超越分子システム 高野山会議
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石川 宙・邨井 孝行・松中 由有・山本 哲也・平川 正斗・米田 勇祐・近藤 政晴・出羽 毅久・小島 理沙・長澤 裕
2. 発表標題 B800またはB850近傍に人工色素を導入したバイオハイブリッドLH2の示すエネルギー移動ダイナミクス
3. 学会等名 第23回 日本光生物学協会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 出羽毅久・平川正斗・森川凌雅・鬼頭征也・石川宙・山本哲也・米田勇祐・近藤政晴・長澤裕
2. 発表標題 バイオハイブリッド光収穫系複合体による波長領域の拡張・超高速エネルギー移動・光電変換
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平川正斗、森下凌雅、鬼頭征也、石川宙、山本哲也、米田勇佑、近藤政晴、長澤裕、出羽毅久
2. 発表標題 蛍光色素を結合した光収穫系複合体LH2変異体での超高速エネルギー移動
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長谷川 馨、近藤 政晴、森垣 憲一、出羽 毅久
2. 発表標題 光重合性脂質 (Diyne-PC) により形成される光収穫相から光収穫系複合体 (LH2) へのエネルギー移動
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 各務 朱音、小久保 燎、近藤 政晴、鈴木 肇、阿部 竜、出羽 毅久
2. 発表標題 半導体光触媒の水分解反応と共役する光収穫系 1 - 反応中心複合体 (LH1-RC) の光触媒反応
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 秦潤奈、鈴木康史、和田拓也、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 光合成膜中で発現させた非天然型タンパク質による超分子複合体形成
3. 学会等名 第72回高分子討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sora Ishikawa・Takayuki Murai・Yu Matsunaka・Tetsuya Yamamoto・Masato Hirakawa・Yusuke Yoneda・Masaharu Kondo・Takehisa Dewa・Risa Kojima・Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Energy transfer dynamics of biohybrid LH2: Introduction of artificial dye in the vicinity of B800
3. 学会等名 2023年光化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤政晴・桑原隼人・Ashley Hancock・Peter Adams・出羽毅久
2. 発表標題 脂質に結合した蛍光色素を利用した光捕集系膜タンパク質LHCIIの機能拡張
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 各務朱音・小久保燎・近藤政晴・鈴木 肇・阿部 竜・出羽毅久
2. 発表標題 半導体光触媒と光収穫系 1 - 反応中心複合体 (LH1-RC) の電子移動反応
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藤田悠作、秦 潤奈、鈴木康史、平野佳穂、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 紅色光合成細菌の膜中での人工膜タンパク質発現
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 秦潤奈、鈴木康史、和田拓也、近藤政晴、出羽毅久
2. 発表標題 光合成膜中で発現させた非天然型タンパク質による超分子複合体形成
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 浅野賢吾・三浦彩音・近藤政晴・出羽毅久
2. 発表標題 B820/B850混在LH2の作製を目的としたRhodobacter sphaeroides 2.4.1変異体の調製
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長谷川 馨・近藤政晴・森垣憲一・出羽毅久
2. 発表標題 重合性脂質Diyne-PCからなるリポソームの光重合と光収穫相としての分光学的特性
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平川正斗・鬼頭征也・石川 宙・山本哲也・米田勇佑・近藤政晴・長澤 裕・出羽毅久
2. 発表標題 蛍光色素を結合した光収穫系複合体LH2変異体による超高速エネルギー移動制御
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松本空大、出羽毅久、近藤政晴
2. 発表標題 近赤外蛍光タンパク質と光捕集タンパク質の融合による光合成機能拡張
3. 学会等名 第30回光合成セミナー2023：反応中心と色素系の多様性
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 出羽毅久
2. 発表標題 蛍光色素により光収穫能を増強したバイオハイブリッドLH2とその後
3. 学会等名 JSTさきがけ「光エネルギーと物質変換」第18回領域会議
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 出羽毅久、近藤政晴（監修 高市真一）	4. 発行年 2024年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 275
3. 書名 カロテノイドの科学 基礎、研究の新展開、生理活性	

〔産業財産権〕

〔その他〕

名古屋工業大学 研究者データベースシステム https://researcher.nitech.ac.jp/html/270_ja.html#item_ronbn_2
--

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	近藤 政晴 (Kondo Masaharu) (20571219)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・助教 (13903)	
研究分担者	長澤 裕 (Nagasawa Yutaka) (50294161)	立命館大学・生命科学部・教授 (34315)	

	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
研究協力者	藤本 和宏 (Fujimoto Kazuhiro) (00511255)	名古屋大学・理学研究科(WPI)・特任准教授 (13901)	

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		
英国	University of Leeds		