

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：34315

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2022～2023

課題番号：22K18694

研究課題名(和文)耐乾燥性・耐凍結性の分子ダイナミクス

研究課題名(英文)Molecular dynamics of dehydration / freeze resistance

研究代表者

長澤 裕 (Nagasawa, Yutaka)

立命館大学・生命科学部・教授

研究者番号：50294161

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：糖のガラス転移の分子運動抑制効果を解明するため、蛍光のred-edge効果(REE)とフェムト秒過渡吸収(TA)スペクトル測定による研究を行った。糖ガラス中のAuramine O (AuO)についてREEを測定し、フェニル基のねじれ運動抑制を観測した。同様な無蛍光性色素phenol blue (PhB)についてTAスペクトル測定を行ったところ、ポリマーガラス中に封入しても無輻射失活は抑制されず、PhBの無輻射失活は大きな分子構造の変化をともなわないことが判明した。また、これらの手法を蛋白質に应用するため、予備的なTAスペクトル測定を紅色光合成細菌の光捕集アンテナLH2について行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生物の中には「クリプトビオシス」と呼ばれる驚異的な耐乾燥性や耐凍結性を示すものがある。たとえば、アフリカの砂漠に住むネムリユスリカの幼虫は、新陳代謝が完全に静止した17年間の乾燥状態の後に水を加えると蘇生したとの報告がある。クリプトビオシスの際、糖やその他の物質がガラス転移を起こし、極度に分子運動が抑制され、生体物質の劣化に關与する不要な化学反応を防止すると考えられる。そのメカニズムを解明することは学術的な意義のみではなく、臓器や生体物質の長期保存等の医学的な応用が期待できる研究であり、社会的な意義も大きい。そこで我々は、糖のガラス転移に関して分光学的な実験手法による研究を行ってきた。

研究成果の概要(英文)：In order to elucidate the suppression of molecular motion by the saccharide glass transition, we conducted experiments utilizing fluorescence red-edge effect (REE) and femtosecond transient absorption (TA) spectroscopy. We measured the REE of Auramine O (AuO) in saccharide glasses and observed the suppression of torsional motion of the phenyl groups. When femtosecond TA spectroscopy was performed on a similar non-fluorescent dye, phenol blue (PhB), it was found that non-radiative decay was not suppressed even when it was encapsulated in polymer glass, suggesting that the non-radiative decay of PhB does not involve large scale molecular motion. In addition, in order to apply these techniques to biological samples such as proteins, preliminary TA spectra measurements were performed on the light-harvesting antenna complex, LH2, of the purple photosynthetic bacterium.

研究分野：物理化学

キーワード：クリプトビオシス ガラス転移 トレハロース 時間分解分光 red-edge効果 2次元蛍光励起スペクトル 耐乾燥性 耐凍結性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

脱水や凍結により新陳代謝が完全に停止しても、その後、水分補給や融解により生命活動を再開することができる脅威的な耐乾燥性、耐凍結性を示す生物がいる。このような無代謝状態は「cryptobiosis」と呼ばれ、医薬品や食品等の長期保存への応用研究が期待されている。Cryptobiosisを示す生物としては、単細胞のバクテリアから大型の両生類・爬虫類まで知られている。これらに共通しているのが、凍結・乾燥時に体内に糖類等を蓄積し、水の代替物質として蛋白質の高次構造を維持しつつ、生体組織をガラス状態に封入し、周囲の劣悪な環境から保護するという機能である。乾燥・凍結は長期間にわたることもあり、その期間中、生体物質の劣化を防止するためには、分子レベルで不要な化学反応を停止する必要がある。ガラス(アモルファス)転移による分子運動の抑制が大きく関与していると考えられる。そこで本研究では、フェムト秒時間分解過渡吸収スペクトル測定等の超高速分光法により、糖ガラス中でプロトン・電子移動、光異性化・開環反応等の化学反応ダイナミクスがどのように抑制されているのか、実時間測定することによりその驚異的な保護機能の解明を行うこととした。

### 2. 研究の目的

Cryptobiosisを示す生物としては、単細胞のバクテリア、水生・土壌微生物のワムシ、クマムシ、ネムリユスリカ等の昆虫から寒冷地の両生類・爬虫類等まで知られている。南極昭和基地周辺で1983年11月に採取されたクマムシが、なんと30年と半年の間凍結保存された後回復し、産卵したと報告されている。耐乾燥性を示す最大の生物としては、アフリカの半乾燥地帯に生息するネムリユスリカの幼虫があり、17年間の乾燥から復活したことがある。単細胞生物になると、この記録は驚異的に伸び、岩塩に閉じ込められていた2億5千万年前の細菌が復活した例もある。耐凍結性では、シベリア永久凍土の中から取り出された4万年前の線虫が復活した。爬虫類のカメや両生類のサンショウウオやカエルも耐凍結性を示し、カナダに生息するgray tree frogの場合、体表面が凍り始めると肝臓でグルコースを生成し始め、血管を通じて身体中にグルコースを行き渡らせ、8時間後に耐凍結の準備が完了する。ネムリユスリカの幼虫の場合、48時間あるいは1週間かけてゆっくり乾燥させると、1個体につきトレハロースを数十マイクログラム蓄積することが知られている。クマムシも乾燥時にトレハロースを蓄積するが、その量は乾燥質量の2.5%なので、トレハロース以外の物質、とくに天然変性蛋白質の寄与が大きいとされる。これらの生物に共通しているのが、凍結・乾燥時に体内に糖類等を蓄積し、液体の水の代替物質として蛋白質の高次構造を維持し、生体組織をガラス状態に閉じ込めることにより、周囲の劣悪な環境から保護するという機能である。耐乾燥性と耐凍結性のメカニズムは類似しており、乾燥の場合、水分が喪失することによって、糖類等の生体物質の濃度が上昇することによりガラス転移が起こる。凍結の場合、まず細胞外で凍結を誘導し、浸透圧により細胞内の水分を流出させ、糖類等の濃度上昇によりガラス転移が起こる。乾燥・凍結は長期間にわたることもあり、その期間中、生体物質の劣化を防止するためには、分子レベルで不要な化学反応を停止する必要がある。そのためにはガラス状態による分子運動の抑制が大きく関与していると考えられる。そこで、本研究では、2次元蛍光励起スペクトルによるred-edge効果(REE)の観測とフェムト秒時間分解過渡吸収スペクトル測定により、糖ガラス中で分子ダイナミクスや化学反応がどのように抑制されているか検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

2次元蛍光励起(2DFE)スペクトルの測定とフェムト秒過渡吸収(TA)スペクトル測定の2つの手法を用いて研究を行った。2DFEスペクトル測定は、市販の一般的な蛍光光度計を使用して実行することができる簡便なものであり、励起波長を変えながら蛍光スペクトルを測定し、励起波長(横軸)に対して蛍光スペクトル(縦軸)をプロットしたものである。一般に、励起状態における分子内の振動・構造緩和等による緩和プロセスは、およそピコ秒のタイムスケールで起こるのに対し、通常の有機化合物の蛍光寿命はナノ秒オーダーである。このように千倍程度の差があるので、蛍光として通常測定されるのは、一般に励起状態の緩和が終了した状態からのものである。よって、溶液系の蛍光スペクトルは励起波長依存性を示さず、提唱者の名前にちなんで、この法則は「Kasha則」と呼ばれる。ところが媒体の粘度(摩擦)が非常に大きくなると、励起状態寿命のうちに分子は緩和できなくなり、Kasha則が成立しなくなる。分子運動が完全に凍結すると、個々の溶質分子はそれぞれ別の波長で遷移するようになり、このような状態のスペクトルは「不均一広がり」を持つと言われる。励起波長と蛍光観測波長のなす対角線に沿って、2DFEスペクトルがどの程度伸びるか観察することにより、分子運動がどの程度静止しているか判断することができる。ただし、吸収の短波長側で光励起すると、励起状態の高振動準位に遷移してしまい、分子内の振動緩和はガラス中でも静止しないので、蛍光の励起波長依存性は観測されない。0-0遷移近傍の長波長側で励起した時のみに励起波長依存性が見られるので、この現象は「red-edge効果」と呼ばれている。

ガラス転移により分子運動が静止する様子を実時間測定できるのがTAスペクトル測定であ

り、これには 2 つの光パルスを使用する。一番目のパルスはサンプルを励起するポンプ光であり、二番目のパルスが光励起後サンプル中で何が起こるか観測するプローブ光である。まずポンプ光をサンプルに照射後、時間差をおいてプローブ光を照射して TA スペクトルを測定する。ポンプ光とプローブ光の時間差は電動式光学遅延ステージ等により自由に变化させることができるので、これにより光励起後に起こる現象を逐次測定することができる。当研究室で、ポンプ光とプローブ光の 2 つのパルスは再生増幅型のフェムト秒超短パルス Ti:sapphire レーザーを励起光源とした二台の非同軸型光パラメトリック(NOPA)増幅器で発生させている。一台目のNOPAで 500~780 nm と 820~1050 nm の波長範囲でパルス幅 10~30 fs 程度の光パルスを発生させ、これをポンプ光とする。二台目のNOPAは 1050 nm の波長でパルス発振させ、このパルスを回転するフッ化カルシウム板に集光することにより白色光 supercontinuum を発生させる。この白色光は 400~900 nm の波長範囲をカバーするので、これをプローブ光として TA スペクトル測定を行った。プローブ光はビームスプリッターで 2 つに分け、1 つをサンプルに照射し、もう一方を参照光とする。サンプルを透過してきたプローブ光と参照光の強度からランベルト・ベール則により吸光度を求める。ポンプ光照射前後の吸光度差が TRTA スペクトルとなるため、ポンプ光による励起により生じた吸収は正の信号、減少した吸収は負の信号となる。なお、実際には透過光強度を計測しているので、散乱や発光によってプローブ光の透過強度が増加したように見える場合も負の信号(散乱光や発光の誘導放出)として観測される。

#### 4. 研究成果

本研究の主な成果は、以下の論文で発表している。なお、これらの研究成果をまとめて低温生物工学会誌に総説を発表する予定である。

i) . Atsushi Toyo, Taketomo Tanaka, Sora Ishikawa and Yutaka Nagasawa, "Red-Edge Effect of Auramine O in Saccharide Glasses", *Cryobio. Cryotech.*, 68(2), 49-53 (2022).

糖類ガラス中の色素オーラミン O (AuO) の蛍光スペクトルの励起波長依存性を 2 次元蛍光励起(2DFE)スペクトルとして観測した。AuO が吸収帯の長波長側で励起されると、蛍光スペクトルの最大値は励起波長に応じてシフトし、red-edge 効果(REE)が観測された。吸収と蛍光スペクトルの最大波長間の Stokes シフトの値を励起波数に対してプロットすると、Stokes シフトの最小値はガラスの種類に依存した。ポリビニルアルコール中の値は $\sim 1200\text{ cm}^{-1}$  と大きく、一方、トレハロース ( $\sim 700\text{ cm}^{-1}$ ) とグルコース ( $\sim 740\text{ cm}^{-1}$ ) では小さかった。これら実験結果は、基底状態の AuO のフェニル基のねじれ角の分布を反映している可能性がある。

ii) . Tsubasa Hidaka, Taketomo Tanaka, Takayuki Murai, Takahiro Teramoto, Yutaka Nagasawa, "Spectral heterogeneity of phenol blue in protic solvents revealed by ultrafast nonradiative decay dynamics", *ChemPhotoChem*, 8, e202300163 (2024).

色素フェノールブルー (PhB) の可視吸収帯は、電荷分離的な電子遷移に起因するため、PhB は溶媒によって吸収波長がシフトするソルバトクロミズムを示す。また、励起状態から超高速で起こる無輻射失活(内部転換)過程は、電荷再結合過程に相当し、PhB は無蛍光性でもある。そこで、PhB の吸収帯の短波長側と長波長側の 2 つの励起波長で、フェムト秒過渡吸収スペクトル測定を行った。その結果、プロトン性溶媒中では吸収スペクトルについて、不均一性が存在することが判明した。この不均一性はエタノール (EtOH) よりもメタノール (MeOH) 溶液中で寿命が長くなる。DFT 計算の結果によると、複数の溶媒分子が PhB と水素結合すると、エネルギー障壁が十分下がり、PhB のベンゾキノン部位の回転が可能となる。よって、ベンゾキノン部位のねじれ角に由来する不均一広がりが、プロトン性溶媒中で発生していると考えられる。MeOH 溶液中では、多数の溶媒分子が PhB と水素結合を形成しているため、そのうちの一部分が切断されても PhB の構造は固定されたままであるが、EtOH の場合、エチル基の立体障害のため、MeOH ほど多くの分子が水素結合できないため、このような構造の固定は起こらないことが示唆される。また、アモルファス中にドーブすることによって、PhB の無輻射失活を阻害することが可能かどうか確認するため、PhB をメタクリル酸メチルエステル中に封入して同様な実験を行った。その結果、PhB の励起状態寿命はポリマー中でも溶液中と変わらず 500 フェムト秒程度であり、無輻射失活は抑制されていないことが判明した。PhB の無輻射失活は大きな分子構造の変化をとまわず、高波数の分子内振動を通じて起こることが示唆された。

iii) . Yoshitaka Saga, Kohei Hamanishi, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, and Yutaka Nagasawa, "Conversion of B800 Bacteriochlorophyll a to 3-Acetyl Chlorophyll a in the Light-Harvesting Complex 3 by In Situ Oxidation", *J. Phys. Chem. B*, 127(12), 2683–2689 (2023)

電子移動は植物等が行う光合成の重要な初期過程であるが、寒冷地に生息する地衣類の行う光合成に置いて、凍結時に電子移動が停止してしまうと、捕集された光エネルギーが蓄積し、活性酸素の発生を促進して生体組織を破壊してしまう。そこで、凍結時には光エネルギーの蓄積を抑制するなんらかの機構が存在すると考えられ、この抑制機構解明のため、光合成系の生体物質を取り扱うグループとの共同研究を計画している。そこで、光合成細菌の光捕集アンテナである LH3 について予備的な実験を行った。LH3 は 2 つの bacteriochlorophyll 色素団 B800 と B820 により太陽光を捕集する。B800 を酸化反応により 3-acetyl chlorophyll に化学的に変換した系について、フェムト秒 TA スペクトル測定を行った。その結果、3-acetyl chlorophyll から B820 への高効率なエネルギー移動を観測することができた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Saga Yoshitaka, Hamanishi Kohei, Yamamoto Tetsuya, Hinago Kazuki, Nagasawa Yutaka	4. 巻 127
2. 論文標題 Conversion of B800 Bacteriochlorophyll a to 3-Acetyl Chlorophyll a in the Light-Harvesting Complex 3 by In Situ Oxidation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 2683 ~ 2689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.2c08887	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 長澤 裕、豊 淳史、田中 丈朝、石川 宙	4. 巻 68
2. 論文標題 糖ガラス中の色素Auramine 0 が示すred-edge 効果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 低温生物工学会誌	6. 最初と最後の頁 49 ~ 53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20585/cryobolcryotechnol.68.2_49	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 Tsubasa Hidaka, Taketomo Tanaka, Takayuki Murai, Takahiro Teramoto, Yutaka Nagasawa	4. 巻 8
2. 論文標題 Spectral heterogeneity of phenol blue in protic solvents revealed by ultrafast nonradiative decay dynamics	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ChemPhotoChem	6. 最初と最後の頁 e202300163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cptc.202300163	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42件（うち招待講演 2件/うち国際学会 15件）

1. 発表者名 長澤 裕、東 岳斗、邨井 孝行、木原 優、小島 理沙、寺本 高啓
2. 発表標題 フェムト秒過渡吸収スペクトル測定によるヘミンジゴの光異性化反応ダイナミクスの追跡
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会(2024)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 片山 礼央奈, 邨井 孝行, 石川 宙, 松中 由有, 清水 優輝, 伊澤 有悟, 小島 理沙, 長澤 裕
2. 発表標題 分子内水素結合がヘミインジゴの光異性化反応に及ぼす影響
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会(2024)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 清水 優輝, 邨井 孝行, 石川 宙, 松中 由有, 伊澤 有悟, 片山 礼央奈, 小島 理沙, 長澤 裕
2. 発表標題 芳香族置換基を付加したN,N'-置換インジゴ誘導体の光異性化ダイナミクス
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会(2024)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 伊澤 有悟, 松中 由有, 邨井 孝行, 石川 宙, 長澤 裕
2. 発表標題 片側に大きな芳香族置換基を有する非対称スピロピランSBP- <sub>1</sub> -APの光開環反応
3. 学会等名 日本化学会第104春季年会(2024)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yu Matsunaka, Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Excitation Wavelength Dependent Photochromism of Asymmetric Spiropyran, SBP- <sub>1</sub> -NP
3. 学会等名 10th International Symposium on Photochromism -ISOP 2023- (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Yu Matsunaka, Risa Kojima, Takahiro Teramoto, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Photochromism of N,N'-Diacylindigo Studied by TimeResolved Transient Absorption Spectroscopy
3. 学会等名 10th International Symposium on Photochromism -ISOP 2023- (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Taketomo Tanaka, Takayuki Murai, Takahiro Teramoto, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Spectral Inhomogeneity of Phenol Blue in Protic Solvents Revealed by Ultrafast Ground State Dynamics
3. 学会等名 10th International Symposium on Photochromism -ISOP 2023- (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長澤 裕, 日高 翼, 田中 丈朝, 邨井 孝行, 寺本 高啓
2. 発表標題 ソルバトクロミック分子のミクロ溶媒和ダイナミクス：フェノールブルーの無輻射失活に対する水素結合の影響
3. 学会等名 第17回分子科学討論会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Yu Matsunaka, Risa Kojima, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Photoisomerization dynamics of N,N'-diacetylindigo and the effect of acetyl group rotation
3. 学会等名 2023年光化学討論会
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 Yu Matsunaka, Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Excitation wavelength dependence of photo-cleavage photochromism of asymmetric spiropyran, SBP- -NP
3. 学会等名 2023年光化学討論会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 濱西浩平、大塚悠史、山本哲也、日名子一起、長澤裕、佐賀佳央
2. 発表標題 紅色光合成細菌の辺縁捕集タンパク質のB800バクテリオロフィル aの酸化による光機能改変
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 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 Yutaka Nagasawa, Takayuki Murai, Yu Kihara, Takahiro Teramoto
2. 発表標題 Ultrafast Excited State Dynamics of trans-cis Photoisomerization of Indigo Derivatives
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry ICP (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Matsunaka, Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Temperature and excitation wavelength dependence of the photochromism of a spiropyran derivative, SBP- -NP
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry ICP (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sora Ishikawa, Takayuki Murai, Yu Matsunaka, Kazuki Hinago, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Shibahara, Ryo Kurata, Hideki Ohtsu, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Photo-oxidation dynamics of alcohol by a NAD <sup>+</sup> -type zinc complex studied by femtosecond time-resolved spectroscopy
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry ICP (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Yu Matsunaka, Yamato Higashi, Yuki Shimizu, Kazuki Hinago, Tetsuya Yamamoto, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Excited state dynamics and temperature dependence of the photoisomerization of N,N'-diacetylindigo
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry ICP (国際学会)
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 Ren Onoda, Kazuki Hinago, Yamato Higashi, Takayuki Murai, Tetsuya Yamamoto, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Photochromism of a hemithioindigo derivative with an intramolecular hydrogen bond
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry ICP (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Taketomo Tanaka, Kazuki Hinago, Haruka Tsujii, Tetsuya Yamamoto, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Ultrafast Nonradiative Deactivation Mechanism of Solvatochromic Dye, Phenol Blue, in Solution and in Amorphous Phase
3. 学会等名 The 31st International Conference on Photochemistry ICP (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 濱西浩平、山本哲也、日名子一起、長澤裕、佐賀佳央
2. 発表標題 LH3タンパク質のB800バクテリオクロロフィルaの化学的変化と励起エネルギー移動解析
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 長澤 裕
2. 発表標題 アモルファス中で凍結する分子運動
3. 学会等名 低温生物工学会第68回大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Yu Matsunaka, Yamato Higashi, Yuki Shimizu, Kazuki Hinago, Tetsuya Yamamoto, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Effect of substituent rotation on the excited-state dynamics of trans-cis photoisomerization of N,N'-diacetylidigo
3. 学会等名 18th International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yu Matsunaka, Takayuki Murai, Sora Ishikawa, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Hinago, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Excitation wavelength dependence of an asymmetric photochromic spiropyran derivative, SBP- -NP, with two cleavable spiro-CO bonds
3. 学会等名 18th International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sora Ishikawa, Takayuki Murai, Yu Matsunaka, Kazuki Hinago, Tetsuya Yamamoto, Kazuki Shibahara, Ryo Kurata, Hideki Ohtsu, Yutaka Nagasawa
2. 発表標題 Femtosecond time-resolved transient absorption spectroscopy of 2-PrOH photooxidation by a NAD <sup>+</sup> -type zinc complex
3. 学会等名 18th International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長澤 裕
2. 発表標題 微視的溶媒和がソルバトクロミズムを示す色素の構造に及ぼす影響
3. 学会等名 さきがけ「光エネルギーと物質変換」 第18回 領域会議 (招待講演)
4. 発表年 2023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- <sup>-</sup> -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- <sup>-</sup> -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光異化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 2022横浜
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 2022横浜
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ーレン誘導体[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 (2022年)
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 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 長澤 裕、山本 哲也、日名子 一起 (立命館・生命)、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およびシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 濱西 浩平、高島 佑介、山本 哲也、日名子 一起、長澤 裕、佐賀 佳央
2. 発表標題 紅色光合成細菌のLH3タンパク質に結合するB800バクテリオクロロフィルaの選択的酸化
3. 学会等名 第12回日本光合成学会年会およびシンポジウム
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------