

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：12608

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06556

研究課題名（和文）ATP合成酵素によるプロトン駆動力制御

研究課題名（英文）Regulation of ATP synthase by proton motive force

研究代表者

久堀 徹（Hisabori, Toru）

東京工業大学・科学技術創成研究院・教授

研究者番号：40181094

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 82,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、「プロトン駆動力形成」の理解に基づく機能強化、「プロトン駆動力消費」過程の理解に基づくATP合成能力の向上、還元力の再配分の三点を主眼として、プロトン駆動力制御による光合成の再最適化を目指した。その結果、遠赤色光による光合成効率の向上と変動光ストレス耐性付与の道筋の解明、ATP合成酵素の分子構造に基づく酵素機能の制御機構の解明、酸化還元制御ネットワークについてこれまで未解明であった酸化側のシステムの解明、などの成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プロトン駆動力の形成と消費の視点から光合成を考えた場合、プロトンフローの制御、還元力のフローと下流への分配、ATP生産効率の制御などがシステム再最適化の標的となる。これまでの当該分野の研究は個別の分子機構を解明することを主眼にして独立して行われており、光合成全体を通じたエネルギーの流れの視点からは、プロトン駆動力の制御がシステムのどこに対して働くのかを明らかにされていなかった。本研究で「プロトン駆動力」を中心にシステムの理解を進めたことで、光合成強化の道筋を明らかにすることができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, we aimed to re-optimize photosynthesis through proton-motive force control, focusing on three main points: (1) function enhancement based on the understanding of "proton-motive force formation," (2) enhancement of ATP synthesis capacity based on the understanding of "proton-motive force consumption" process, and (3) redistribution of reducing power. Consequently, we obtained the following results: (1) elucidation of the pathway to increase photosynthetic efficiency and tolerance to fluctuating light stress by far-red light, (2) elucidation of the control mechanism of enzyme function based on the molecular structure of ATP synthase, and (3) elucidation of the previously unexplored oxidation side system of the redox control network.

研究分野：植物生化学

キーワード：光合成電子伝達 サイクリック電子伝達 ATP合成酵素 酸化還元制御 チオレドキシン センサータンパク質

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。

1. 研究開始当初の背景

プロトン駆動力の形成と消費の視点から光合成を考えた場合、プロトンフローの制御、還元力のフローと下流への分配、ATP 生産効率の制御などがシステム再最適化の標的となる。

本計画班は、これまで葉緑体型 ATP 合成酵素の制御について、酵素一分子の解析、生化学的解析、シアノバクテリアを用いた生理学的解析により包括的に調べてきた。また、レドックス管理を担うチオレドキシソグ、光合成微生物の転写、蛋白質合成の伸長、代謝系酵素、様々な器官の酵素類の調節を行っていることをすでに解明している。

光合成における電子伝達経路に関しては、ATP や NADPH の合成に関与するリニア電子伝達経路の律速段階がチラコイド膜に存在するシトクロム *b₆f* 複合体の電子伝達反応にあることを分子レベルで解明している。サイクリック電子伝達では、NDH 依存経路が低温と弱光環境下における光合成の最適化に重要であることを示し、また、NDH 依存と PGR5 依存経路が変動する光環境下において、光合成の光利用効率の調整に重要な役割を果たすことを明らかにしている。

しかし、これらの研究は個別の分子機構を解明することを主眼にして独立して行われており、光合成全体を通じたエネルギーの流れの視点からは、プロトン駆動力の制御がシステムのどこに対して働くのかを明らかに出来たわけではない。まして、どこを改変すれば、プロトン駆動力を利用した光合成機能全体の底上げにつながるのか(光合成の再最適化)は、未解明の課題であった。

2. 研究の目的

本計画班は、「**プロトン駆動力形成**」の理解に基づく機能強化、「**プロトン駆動力消費**」過程の理解に基づく ATP 合成能力の向上、「**還元力の再配分**」の三点を主眼として、プロトン駆動力制御による光合成の再最適化を目指した。

3. 研究の方法

「プロトン駆動力形成」の理解に基づく機能強化

プロトン駆動力形成機構を解明するために、リニア経路の律速要因であるシトクロム *b₆f* 複合体と ATP 合成酵素、また、サイクリック経路を構成する PGR5 タンパク質と NDH 複合体の過剰発現株、発現抑制株、変異株の選抜を行った。また、変動光に対する光合成応答機構を包括的に解明するために、変異体のスクリーニング方法を構築した。

「プロトン駆動力消費」過程の理解に基づく ATP 合成能力の向上

ATP 合成酵素によるプロトン駆動力の消費を研究する足がかりとするため、シアノバクテリアを材料とした実験系の構築を行い、生化学・構造生物学研究を実施した。さらに、電子伝達系による葉緑体ルーメンへのプロトン輸送によって形成されるプロトン駆動力を簡便にモニターすることを目指して、新規のセンサータンパク質を開発した。

還元力の再配分

還元力の再分配を理解するため、レドックス制御の鍵タンパク質であるチオレドキシニンに注目し、複数のチオレドキシニンアイソフォームへのフェレドキシン - チオレドキシニン還元酵素からの還元力の供給経路、個々のチオレドキシニンアイソフォームから標的タンパク質への還元力供給経路のそれぞれについて、速度論的解析を行った。植物レベルの解析では、クロロフィル蛍光を並行してモニターし、光合成電子伝達速度と還元力伝達速度との関連性を調べた。また、シアノバクテリアのレドックス調節を受けている酵素の制御の分子機構を詳細に調べた。

4. 研究成果

「プロトン駆動力形成」の理解に基づく機能強化

リニア電子伝達経路の律速要因であるシトクロム *b₆f* 複合体や ATP 合成酵素について、これらの発現抑制株の解析と、サイクリック電子伝達経路に關与する NDH 複合体、PGR5 蛋白質などの過剰発現株と発現抑制株の解析を行った。また、変動光に対する光合成応答機構を包括的に解明するために、変異体のスクリーニングを行った。これらの研究で以下の成果を得た。

- (1) シトクロム *b₆f* 複合体の量を減らした形質転換体イネでは、光化学系 II 電子伝達速度が減少することによって、プロトン駆動力が低下し、また、プロトン駆動力の主成分である pH も低下することで熱散逸経路 (NPQ) も低下することを明らかにした。これによって、シトクロム複合体はプロトン勾配の中心的役割を果たすことを明確化した。また、光合成反応は、光エネルギーの吸収と CO₂ の取り込み、両者を繋ぐ電子伝達が密接に關連することで高い光合成活性を実現できる。気孔の開口速度やカルビン回路の酵素活性を促進することによって、電子伝達速度が促進することを明らかにした (Shimadzu et al. 2019; Adachi et al. 2019; Kimura et al. 2020; Yamori et al. 2020)。
- (2) 野外において地上に降り注ぐ太陽光には、可視光領域の光以外に遠赤色光も豊富に含まれている。これまで遠赤色光は光合成反応に重要でないと考えられてきた。しかし、遠赤色光は変動光環境における光合成応答に重要な役割を果たし、特に、サイクリック経路を構成する NDH 複合体が変動光環境におけるプロトン駆動力形成に重要であることを明らかにした (Kono et al. 2017)。また、遠赤色光が存在することによって、強光から弱光に切り替わる時に熱散逸の解消が促進され、強光と弱光が繰り返される変動光環境下において光合成効率が上昇することを明らかにした (Kono et al. 2020)。
- (3) 様々な機能欠損変異体シロイヌナズナの変動光条件に対する光合成応答と植物成長を解析し、サイクリック経路を構成する PGR5 蛋白質の過剰発現体の光合成能力が野生株に比べて強化されていることを明らかにした。また、電子伝達経路の代替経路として知られる蛋白質 Flavodiiron は、シアノバクテリアから裸子植物まで保存されているが、被子植物では保存されていない。Flavodiiron 遺伝子をシロイヌナズナやイネに導入したところ、変動光ストレス耐性を付与することを明らかにした (Wada et al. 2019; Basso et al. 2022)。

「プロトン駆動力消費」過程の理解に基づく ATP 合成能力の向上

シアノバクテリアからプロトン輸送と共役した ATP 合成活性を十分に保持した ATP 合成酵素複合体の調製と、その活性測定系の確立を達成した。また、光合成生物型の ATP 合成酵素の調節に関わる特殊な構造を X 線結晶構造解析により明らかにすることが出来た(Murakami et al. 2018) (図 1) ので、構造情報を活用してこの特殊構造の機能解明の研究を行った。

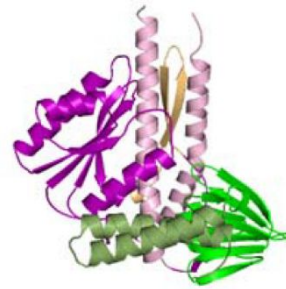


図 1.シアノバクテリア ATP 合成酵素 γ - ϵ の新規構造

光合成電子伝達反応によってチラコイド膜内外に形成されるプロトンの電気化学ポテンシャル差は、ATP 合成の駆動力として重要である。これを実測するための新たなセンサータンパク質の開発を行った。これらの研究により、以下の成果を得た。

(1) シアノバクテリア ATP 合成酵素の阻害サブユニット ϵ については、阻害活性を酵素法及び 1 分子回転観察法によって調べ、分子を構成する二つの主要ドメインの機能の詳細を明らかにした(Inabe et al. 2019)。

(2) シアノバクテリア ATP 合成酵素複合体の結晶構造をもとにして γ サブユニットと ϵ サブユニットの相互作用部位、および、 γ サブユニットにおける制御に重要な部位の機能解析を行った。その結果、予想される立体構造変化に制限を加える、構造を削除するなどの変異タンパク質複合体を作成し、その機能を生化学、1 分子生化学の両面から検証して明らかにした (Akiyama et al. 2019, Kondo et al. 2021)。

(3) 葉緑体型 ATP 合成酵素のレドックス制御を行うチオレドキシニンについて、アイソフォームごとの機能の違いを明らかにして論文発表した(Sekiguchi et al. 2020)。また、プロトン駆動力のリアルタイム測定を可能にする新規発光型 pH センサータンパク質を開発し (図 2) シアノバクテリアへの光照射による細胞内 pH 変化について新規の動態を明らかにした(Nakamura et al. 2021)。

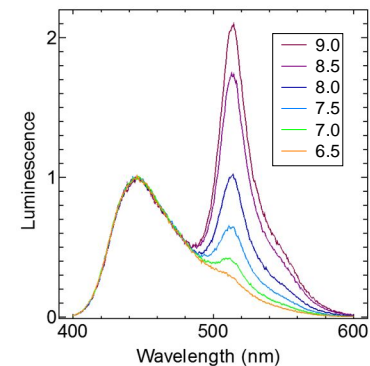


図 2.新開発の発光型 pH センサータンパク質

還元力の再配分

本研究では、葉緑体の還元力伝達のボトルネックとなる段階を特定するなど、還元力再分配を効率的に制御するための指針を十分に得ることが出来た。また、新規の葉緑体内の酸化因子を含む複数の制御因子や、チラコイド膜状の標的タンパク質候補を新たに同定し、レドックス制御系の機能の理解をさらに拡充させた (図 3) 。葉緑体内の還元力伝達ネットワークの研究を網羅的に進行させたことにより、予想を上回る数の構成要素が明らかになった。これらの研究で以下の成果を得た。

(1) 還元力の再分配を理解するため、レドックス制御の鍵タンパク質であるチオレドキシニンに注目し、チオレドキシニンへの還元力供給経路、チオレドキシニンからの還元力供給経路、および、標的酵素の酸化に必須の因子の解析を進めた結果、葉緑体内で働く酸化

に重要な新たなタンパク質、および、その酸化経路を発見し、当該分野で先導的な成果を上げた(Yoshida et al. 2018)。また、シアノバクテリアのレドックス調節機構を研究し、新たなレドックス調節を分子レベルで解明した(Mihara et al. 2018)。

(2)チオレドキシンの標的タンパク質

分子認識に重要なアミノ酸を同定した(Yokochi et al. 2019)。また、明暗変化に伴う細胞内でのチオレドキシンのレドックス状態変化のリアルタイム可視化を可能にするセンサーを実現した(Sugiura et al. 2020)。新たに発見した葉緑体内で働く酸化経路については、実際に酸化によって制御を受ける酵素タンパク質の生化学的解析を行い、論文発表した(Yoshida et al. 2019)。さらに、緑葉内でレドックス制御を受ける酵素の生理的な意義

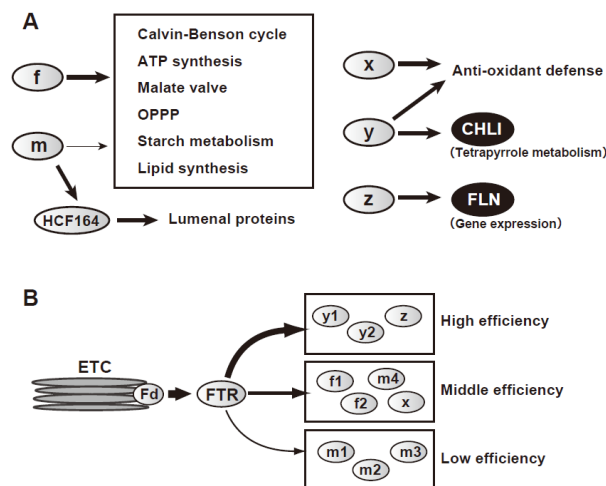


図3.従来の知見と本研究の成果を合わせて描いたレドックスネットワーク (A) と速度論的解析 (B)

を明らかにするため、レドックス制御機構をゲノム編集技術により欠損させた植物を作出し、その重要性を明らかにした(Yokochi et al. 2021)。また、シアノバクテリアのレドックス調節機構と光合成の協調に関して、新たな知見を得た(Mihara et al. 2020)。

(3) 葉緑体の酸化因子の生理的重要性、特に変動光条件下での酸化因子の機能の重要性を明らかにして論文発表した(Yokochi et al. 2021)。レドックス制御を受ける新たな葉緑体酵素を複数同定し、生理生化学的な解析を行って論文発表した(Yoshida et al. 2020,2021)。生体内のレドックス状態を可視化する新規の発光型高感度センサータンパク質を開発した。測定光が細胞の光合成反応に影響しないという特徴を利用して、明暗条件下でのシアノバクテリア細胞内の変化を可視化し、論文発表した(Fu et al. 2021)。

研究成果の検証のための実験系の開発

光合成再最適化という本研究課題の目標の達成を確認するために、光合成反応の向上によっておこる細胞内変化を具体的にモニターできる実験系が必要である。そこで、光合成によって得られる化学エネルギーを用いて遊泳する単細胞緑藻クラミドモナス細胞のべん毛運動を利用することとし、この運動をモニターすることで細胞内 ATP 濃度の変動を経時的に捉えることのできる実験系の構築を行った。実際にべん毛運動の打頻度の計測データから細胞内の ATP 濃度の変化を推測できる実験系の構築に成功し、論文発表した(Takano et al. 2021)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計46件（うち査読付論文 46件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Sakoda Kazuma, Yamori Wataru, Shimada Tomoo, Sugano Shigeo S., Hara-Nishimura Ikuko, Tanaka Yu	4. 巻 11
2. 論文標題 Higher Stomatal Density Improves Photosynthetic Induction and Biomass Production in Arabidopsis Under Fluctuating Light	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.589603	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 Monda Keina, Mabuchi Atsushi, Takahashi Sho, Negi Juntaro, Tohmori Ryoma, Terashima Ichiro, Yamori Wataru, Iba Koh	4. 巻 184
2. 論文標題 Increased Cuticle Permeability Caused by a New Allele of ACETYL-COA CARBOXYLASE1 Enhances CO ₂ Uptake	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 1917 ~ 1926
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.20.00978	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 Sakoda Kazuma, Yamori Wataru, Groszmann Michael, Evans John R	4. 巻 185
2. 論文標題 Stomatal, mesophyll conductance, and biochemical limitations to photosynthesis during induction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 146 ~ 160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiaa011	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 Inoue Takayasu, Sunaga Motoo, Ito Mutsuhiro, Yuchen Qu, Matsushima Yoriko, Sakoda Kazuma, Yamori Wataru	4. 巻 12
2. 論文標題 Minimizing VPD Fluctuations Maintains Higher Stomatal Conductance and Photosynthesis, Resulting in Improvement of Plant Growth in Lettuce	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.646144	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 Chen Ying, Yamori Wataru, Tanaka Ayumi, Tanaka Ryouichi, Ito Hisashi	4. 巻 307
2. 論文標題 Degradation of the photosystem II core complex is independent of chlorophyll degradation mediated by Stay-Green Mg ²⁺ dechelataase in Arabidopsis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Science	6. 最初と最後の頁 110902 ~ 110902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.plantsci.2021.110902	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 Qu Yuchen, Sakoda Kazuma, Fukayama Hiroshi, Kondo Eri, Suzuki Yuji, Makino Amane, Terashima Ichiro, Yamori Wataru	4. 巻 44
2. 論文標題 Overexpression of both Rubisco and Rubisco activase rescues rice photosynthesis and biomass under heat stress	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant, Cell & Environment	6. 最初と最後の頁 2308 ~ 2320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pce.14051	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 Yamori Namiko, Levine Christopher P., Mattson Neil S., Yamori Wataru	4. 巻 -
2. 論文標題 Optimum root zone temperature of photosynthesis and plant growth depends on air temperature in lettuce plants	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11103-022-01249-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 -

1. 著者名 Basso Leonardo, Sakoda Kazuma, Kobayashi Ryouhei, Yamori Wataru, Shikanai Toshiharu	4. 巻 189
2. 論文標題 Flavodiiron proteins enhance the rate of CO ₂ assimilation in Arabidopsis under fluctuating light intensity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 375 ~ 387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiac064	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 Sakoda Kazuma, Taniyoshi Kazuki, Yamori Wataru, Tanaka Yu	4. 巻 174
2. 論文標題 Drought stress reduces crop carbon gain due to delayed photosynthetic induction under fluctuating light conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physiologia Plantarum	6. 最初と最後の頁 e13603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pp1.13603	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 Yokochi Yuichi, Fukushi Yuka, Wakabayashi Ken-ichi, Yoshida Keisuke, Hisabori Toru	4. 巻 118
2. 論文標題 Oxidative regulation of chloroplast enzymes by thioredoxin and thioredoxin-like proteins in <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2114952118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2114952118	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 Fu Nae, Sugiura Kazunori, Kondo Kumiko, Nakamura Shungo, Wakabayashi Ken-ichi, Hisabori Toru	4. 巻 297
2. 論文標題 Monitoring cellular redox dynamics using newly developed BRET-based redox sensor proteins	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 101186 ~ 101186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbc.2021.101186	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 Kondo Kumiko, Izumi Masayuki, Inabe Kosuke, Yoshida Keisuke, Imashimizu Mari, Suzuki Toshiharu, Hisabori Toru	4. 巻 297
2. 論文標題 The phototroph-specific γ -hairpin structure of the ϵ subunit of FoF1-ATP synthase is important for efficient ATP synthesis of cyanobacteria	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 101027 ~ 101027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbc.2021.101027	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 Yoshida Keisuke, Hisabori Toru	4. 巻 62
2. 論文標題 Biochemical Basis for Redox Regulation of Chloroplast-Localized Phosphofructokinase from <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 401 ~ 410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcaa174	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 Nakamura Shungo, Fu Nae, Kondo Kumiko, Wakabayashi Ken-Ichi, Hisabori Toru, Sugiura Kazunori	4. 巻 296
2. 論文標題 A luminescent Nanoluc-GFP fusion protein enables readout of cellular pH in photosynthetic organisms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 100134 ~ 100134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA120.016847	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 Yoshida Keisuke, Ohtaka Kinuka, Hirai Masami Yokota, Hisabori Toru	4. 巻 295
2. 論文標題 Biochemical insight into redox regulation of plastidial 3-phosphoglycerate dehydrogenase from <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 14906 ~ 14915
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA120.014263	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 Sekiguchi Takatoshi, Yoshida Keisuke, Okegawa Yuki, Motohashi Ken, Wakabayashi Ken-ichi, Hisabori Toru	4. 巻 1861
2. 論文標題 Chloroplast ATP synthase is reduced by both f-type and m-type thioredoxins	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 148261 ~ 148261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabi.2020.148261	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 Sugiura Kazunori, Mihara Shoko, Fu Nae, Hisabori Toru	4. 巻 117
2. 論文標題 Real-time monitoring of the in vivo redox state transition using the ratiometric redox state sensor protein FROG/B	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 16019 ~ 16026
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1918919117	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 Kono Masaru, Kawaguchi Hikaru, Mizusawa Naoki, Yamori Wataru, Suzuki Yoshihiro, Terashima Ichiro	4. 巻 61
2. 論文標題 Far-Red Light Accelerates Photosynthesis in the Low-Light Phases of Fluctuating Light	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 192 ~ 202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz191	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 Shimadzu Shunji, Seo Mitsunori, Terashima Ichiro, Yamori Wataru	4. 巻 10
2. 論文標題 Whole Irradiated Plant Leaves Showed Faster Photosynthetic Induction Than Individually Irradiated Leaves via Improved Stomatal Opening	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1512
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2019.01512	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 Adachi Shunsuke, Tanaka Yu, Miyagi Atsuko, Kashima Makoto, Tezuka Ayumi, Toya Yoshihiro, Kobayashi Shunzo, Ohkubo Satoshi, Shimizu Hiroshi, Kawai-Yamada Maki, Sage Rowan F, Nagano Atsushi J, Yamori Wataru	4. 巻 70
2. 論文標題 High-yielding rice Takanari has superior photosynthetic response to a commercial rice Koshihikari under fluctuating light	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Botany	6. 最初と最後の頁 5287 ~ 5297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/erz304	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 Tanaka Yu, Adachi Shunsuke, Yamori Wataru	4. 巻 49
2. 論文標題 Natural genetic variation of the photosynthetic induction response to fluctuating light environment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Current Opinion in Plant Biology	6. 最初と最後の頁 52 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pbi.2019.04.010	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 -

1. 著者名 Mihara S, Sugiura K, Yoshida K, Hisabori T.	4. 巻 71
2. 論文標題 Thioredoxin Targets Are Regulated in Heterocysts of Cyanobacterium Anabaena Sp. PCC 7120 in a Light-Independent Manner	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Exp Bot.	6. 最初と最後の頁 2018-2027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/erz561	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 Yoshida Keisuke, Yokochi Yuichi, Hisabori Toru	4. 巻 10
2. 論文標題 New Light on Chloroplast Redox Regulation: Molecular Mechanism of Protein Thiol Oxidation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1534
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2019.01534	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 Yokochi Yuichi, Sugiura Kazunori, Takemura Kazuhiro, Yoshida Keisuke, Hara Satoshi, Wakabayashi Ken-ichi, Kitao Akio, Hisabori Toru	4. 巻 294
2. 論文標題 Impact of key residues within chloroplast thioredoxin-f on recognition for reduction and oxidation of target proteins	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 17437 ~ 17450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA119.010401	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 Sugiura Kazunori, Yokochi Yuichi, Fu Nae, Fukaya Yuki, Yoshida Keisuke, Mihara Shoko, Hisabori Toru	4. 巻 294
2. 論文標題 The thioredoxin (Trx) redox state sensor protein can visualize Trx activities in the light/dark response in chloroplasts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 12091 ~ 12098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA119.007616	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 Yoshida Keisuke, Uchikoshi Eriko, Hara Satoshi, Hisabori Toru	4. 巻 476
2. 論文標題 Thioredoxin-like2/2-Cys peroxiredoxin redox cascade acts as oxidative activator of glucose-6-phosphate dehydrogenase in chloroplasts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochemical Journal	6. 最初と最後の頁 1781 ~ 1790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1042/BCJ20190336	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 Akiyama Kentaro, Kondo Kumiko, Inabe Kosuke, Murakami Satoshi, Wakabayashi Ken-ichi, Hisabori Toru	4. 巻 476
2. 論文標題 The -hairpin region of the cyanobacterial F1-ATPase -subunit plays a regulatory role in the enzyme activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochemical Journal	6. 最初と最後の頁 1771 ~ 1780
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1042/BCJ20190242	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 Inabe Kosuke, Kondo Kumiko, Yoshida Keisuke, Wakabayashi Ken-ichi, Hisabori Toru	4. 巻 294
2. 論文標題 The N-terminal region of the epsilon subunit from cyanobacterial ATP synthase alone can inhibit ATPase activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 10094 ~ 10103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA118.007131	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 Deschoenmaeker Frederic, Mihara Shoko, Niwa Tatsuya, Taguchi Hideki, Nomata Jiro, Wakabayashi Ken-Ichi, Hisabori Toru	4. 巻 60
2. 論文標題 Disruption of the Gene <i>trx-m1</i> Impedes the Growth of <i>Anabaena</i> sp. PCC 7120 under Nitrogen Starvation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1504 ~ 1513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz056	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 Sugiura Kazunori, Tanaka Hideaki, Kurisu Genji, Wakabayashi Ken-ichi, Hisabori Toru	4. 巻 1863
2. 論文標題 Multicolor redox sensor proteins can visualize redox changes in various compartments of the living cell	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects	6. 最初と最後の頁 1098 ~ 1107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbagen.2019.01.016	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 Kondo Kumiko, Takeyama Yu, Sunamura Ei-ichiro, Madoka Yuka, Fukaya Yuki, Isu Atsuko, Hisabori Toru	4. 巻 1859
2. 論文標題 Amputation of a C-terminal helix of the subunit increases ATP-hydrolysis activity of cyanobacterial F1 ATP synthase	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics	6. 最初と最後の頁 319 ~ 325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbabbio.2018.02.004	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 Murakami Satoshi, Kondo Kumiko, Katayama Shinya, Hara Satoshi, Sunamura Ei-ichiro, Yamashita Eiki, Groth Georg, Hisabori Toru	4. 巻 475
2. 論文標題 Structure of the - complex of cyanobacterial F1-ATPase reveals a suppression mechanism of the subunit on ATP hydrolysis in phototrophs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochemical Journal	6. 最初と最後の頁 2925 ~ 2939
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1042/BCJ20180481	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 Deschoenmaeker Frederic, Mihara Shoko, Niwa Tatsuya, Taguchi Hideki, Wakabayashi Ken-Ichi, Hisabori Toru	4. 巻 59
2. 論文標題 The Absence of Thioredoxin m1 and Thioredoxin C in Anabaena sp. PCC 7120 Leads to Oxidative Stress	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 2432-2441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy163	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 Sugiura Kazunori, Nishimaki Yuta, Owa Mikito, Hisabori Toru, Wakabayashi Ken-ichi	4. 巻 503
2. 論文標題 Assessment of the flagellar redox potential in Chlamydomonas reinhardtii using a redox-sensitive fluorescent protein, Oba-Qc	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 2083 ~ 2088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2018.07.163	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 Yoshida Keisuke, Hara Ayaka, Sugiura Kazunori, Fukaya Yuki, Hisabori Toru	4. 巻 115
2. 論文標題 Thioredoxin-like2/2-Cys peroxiredoxin redox cascade supports oxidative thiol modulation in chloroplasts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 E8296 ~ E8304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1808284115	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 Yoshida Keisuke, Hisabori Toru	4. 巻 7
2. 論文標題 Determining the Rate-Limiting Step for Light-Responsive Redox Regulation in Chloroplasts	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Antioxidants	6. 最初と最後の頁 153 ~ 153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/antiox7110153	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 Sugiura Kazunori, Tanaka Hideaki, Kurisu Genji, Wakabayashi Ken-ichi, Hisabori Toru	4. 巻 1863
2. 論文標題 Multicolor redox sensor proteins can visualize redox changes in various compartments of the living cell	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects	6. 最初と最後の頁 1098 ~ 1107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbagen.2019.01.016	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 Tewolde Fasil Tadesse, Shiina Kouta, Maruo Toru, Takagaki Michiko, Kozai Toyoki, Yamori Wataru	4. 巻 13
2. 論文標題 Supplemental LED inter-lighting compensates for a shortage of light for plant growth and yield under the lack of sunshine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 0206592 ~ 0206592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0206592	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 Ohtake Noriko, Ishikura Masaharu, Suzuki Hiroshi, Yamori Wataru, Goto Eiji	4. 巻 53
2. 論文標題 Continuous Irradiation with Alternating Red and Blue Light Enhances Plant Growth While Keeping Nutritional Quality in Lettuce	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 HortScience	6. 最初と最後の頁 1804 ~ 1809
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21273/HORTSC113469-18	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 Gotoh Eiji, Suetsugu Noriyuki, Yamori Wataru, Ishishita Kazuhiro, Kiyabu Ryota, Fukuda Masako, Higa Takeshi, Shirouchi Bungo, Wada Masamitsu	4. 巻 178
2. 論文標題 Chloroplast Accumulation Response Enhances Leaf Photosynthesis and Plant Biomass Production	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 1358 ~ 1369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.18.00484	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 Yamakawa Sota, Ohyama Katsumi, Yamori Wataru, Suzuki Takeshi	4. 巻 53
2. 論文標題 Effects of anoxia and hypoxia on the two-spotted spider mite, Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 535 ~ 541
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13355-018-0585-5	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 Yoshida Yuki, Sarmiento-Manus Raquel, Yamori Wataru, Ponce M. Rosa, Micol J. Luis, Tsukaya Hirokazu	4. 巻 178
2. 論文標題 The Arabidopsis phyB-9 Mutant Has a Second-Site Mutation in the VENOSA4 Gene That Alters Chloroplast Size, Photosynthetic Traits, and Leaf Growth	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 3 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.18.00764	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 Yoshida K, Hisabori T.	4. 巻 478
2. 論文標題 Distinct electron transfer from ferredoxin-thioredoxin reductase to multiple thioredoxin isoforms in chloroplasts.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biochem J.	6. 最初と最後の頁 1347-1360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1042/BCJ20161089	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 Mihara S, Wakao H, Yoshida K, Higo A, Sugiura K, Tsuchiya A, Nomata J, Wakabayashi KI, Hisabori T.	4. 巻 475
2. 論文標題 Thioredoxin regulates G6PDH activity by changing redox states of OpcA in the nitrogen-fixing cyanobacterium Anabaena sp. PCC 7120	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochem J.	6. 最初と最後の頁 1091-1105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1042/BCJ20170869	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 吉田啓亮、久堀徹	4. 巻 89
2. 論文標題 葉緑体機能を統御するレドックス制御ネットワーク	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 生化学（日本生化学会編）	6. 最初と最後の頁 432-435
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 久堀徹	4. 巻 36
2. 論文標題 チオレドキシファミリーとエネルギー代謝	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 実験医学（増刊）	6. 最初と最後の頁 87-93
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 -

〔学会発表〕 計83件（うち招待講演 13件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 久堀徹
2. 発表標題 光合成の分子スイッチを理解する
3. 学会等名 第24回オルガネラワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久堀徹
2. 発表標題 光合成の向上性を維持する 葉緑体のレドックス制御機構
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hisabori Toru
2. 発表標題 Molecular machineries of redox regulation system in plant chloroplasts and cyanobacteria
3. 学会等名 ENVIRONMENT WORKSHOPS 2021, UNIA, Baeza, Spain (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 門田 慧奈, 馬淵 敦士, 高橋 將, 祢宜 淳太郎, 東森 峻馬, 寺島 一郎, 矢守 航, 射場 厚
2. 発表標題 シロイヌナズナのACETYL-COA CARBOXYLASE1の新規変異が引き起こすクチクラ透過性の上昇は、CO2取り込み効率を向上させる
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tanaka Y, Sakoda K, Adachi S, Ohkubo S, Yamori W
2. 発表標題 Gas diffusion phase as an underlying mechanism of the variation observed in the photosynthetic induction response
3. 学会等名 Society for Experimental Biology, Annual Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Qu Y, Sakoda K, Fukayama H, Kondo E, Suzuki Y, Makino A, Terashima I & Yamori W
2. 発表標題 Overexpression of both Rubisco and Rubisco activase rescues photosynthesis and plant biomass in rice under heat stress
3. 学会等名 18th International Symposium on Rice Functional Genomics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢守 航
2. 発表標題 光環境の変化に対するCO2拡散と光合成の応答
3. 学会等名 日本植物学会第85回大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 曲 玉辰・迫田 和馬・深山 浩・寺島 一郎・矢守 航
2. 発表標題 RubiscoとRubisco activaseの二重過剰発現は高温環境におけるイネの光合成と生産性を向上させる
3. 学会等名 第253回日本作物学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Misu H, Terashima I, Fukano Y, Yamori W
2. 発表標題 The survival strategy of a red-leaf variety of <i>Oxalis corniculata</i> against high temperature and high light stress
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Minh Chau Tran, Shoko Mihara, Ken-ichi Wakabayashi, Keisuke Yoshida, Toru Hisabori
2. 発表標題 Functional interaction between Cystathionine-beta-synthase X proteins and NADPH-thioredoxin reductase C in <i>Arabidopsis thaliana</i>
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上村柚紀子、吉田啓亮、Chris White-Gloria、Greg B. Moorhead、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 色素体セリン合成系酵素3-ホスホグリセリン酸デヒドロゲナーゼのリン酸化
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋山健太郎、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体ATP合成酵素研究：クラミドモナスでできること
3. 学会等名 第15回クラミドモナス研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 町田亮人、近藤久益子、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアATP合成酵素 サブユニットのY252C変異
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第47回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関口敬俊、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 Trx様タンパク質による葉緑体ATP合成酵素の不活性化制御
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第47回討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤久益子、和泉諒之、鈴木俊治、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアATP合成酵素 サブユニットによるATP加水分解・合成活性の制御機構
3. 学会等名 日本光合成学会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関口敬俊、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 チオレドキシシン様タンパク質による葉緑体ATP合成酵素の酸化制御
3. 学会等名 日本光合成学会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田啓亮
2. 発表標題 チオレドキシシン系を介した葉緑体の機能統御ネットワーク
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福土結香、横地佑一、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体内で働く迅速応答型レドックス制御機構の解明に向けて
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福井一葉、見原祥子、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアのホスホリプロキナーゼのチオレドキシンによるレドックス制御
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 見原祥子、福井一葉、吉田啓亮、久堀徹
2. 発表標題 Physiological role of thioredoxin-dependent regulation of phosphoribulokinase in Arabidopsis thaliana
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関口 敬俊, 吉田 啓亮, 桶川友季、本橋健、若林憲一、久堀 徹
2. 発表標題 チオレドキシンの還元制御による葉緑体ATP合成酵素の活性化機構
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第45回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤久益子、和泉諒之、鈴木俊治、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアATP合成酵素 サブユニットによるATP加水分解・合成活性の制御機構
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第45回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋山健太郎、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアATP合成酵素 サブユニットによるATP加水分解・合成活性の制御機構
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第45回討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関口 敬俊, 吉田 啓亮, 桶川友季、本橋健、若林憲一、久堀 徹
2. 発表標題 チオレドキシシンによる葉緑体ATP合成酵素の還元分子機構
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋山健太郎、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 One-step purification and functional analysis of the chloroplast ATP synthase complex.
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 秋山健太郎、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 単細胞緑藻由来の葉緑体ATP合成酵素完全複合体のワンステップ単離と制御機構の解析
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大久保智司, 矢守航, 田中佑, 齊藤大樹, 安達俊輔
2. 発表標題 変動光条件の光合成速度に対するCO2濃度と施肥窒素量の相互作用
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 矢守航
2. 発表標題 科学的根拠に基づく植物工場における新規照明システムの開発
3. 学会等名 日本生物環境工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 門田慧奈, 高橋將, 馬淵敦士, 祢亘淳太郎, 寺島一郎, 矢守航, 射場厚
2. 発表標題 ロイヌナズナAcetyl-CoA Carboxylase 1変異体の新規アレルが引き起こすクチクラ透過性の上昇は、CO2取り込み効率を向上させる
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wataru YAMORI
2. 発表標題 Metabolic and diffusional limitations of photosynthesis under fluctuating light conditions
3. 学会等名 The Ecological Society of Japan (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 見原翔子、久堀徹
2. 発表標題 ヘテロシスト内では光条件下でもチオレドキシンの標的が酸化されている
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 横地佑一、杉浦一徳、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 光合成の不活性化を担うチオレドキシシ様タンパク質の標的選択性
3. 学会等名 2019年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関口敬俊、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体ATP合成酵素の還元機構の解明
3. 学会等名 2019年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 傅奈恵、杉浦一徳、中村俊吾、若林憲一、久堀 徹
2. 発表標題 発光タンパク質を用いた酸化還元状態センサータンパク質の開発
3. 学会等名 2019年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山健太郎、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Thermosynechococcus elongatus</i> BP-1 F1-ATPase サブユニットの挿入配列の構造と活性制御
3. 学会等名 2019年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山健太郎、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Thermosynechococcus elongatus</i> BP1 F1-ATPase サブユニットの挿入配列の構造と活性制御
3. 学会等名 第9回分子モーター討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 見原翔子
2. 発表標題 <i>Anabaena</i> sp. PCC 7120におけるG6PDHの光と窒素条件に応じた活性制御
3. 学会等名 藍藻ゲノム交流会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横地佑一、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体におけるTrx様タンパク質による標的酸化と標的選択性
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田啓亮、久堀徹
2. 発表標題 チラコイド膜タンパク質のレドックス制御
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤久美子、和泉 諒之、稲辺宏輔、鈴木俊治、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアATP合成酵素 サブユニットのATP加水分解・合成活性の制御
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村俊吾、杉浦一徳、傳奈恵、若林健一、久堀徹
2. 発表標題 新規発光型pHセンサータンパク質の開発
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 傳奈恵、杉浦一徳、中村俊吾、若林健一、久堀徹
2. 発表標題 発光タンパク質を用いた酸化還元状態センサータンパク質の開発
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山健太郎、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 Thermosynechococcus elongatus BP-1 F1-ATPase サブユニットの挿入配列の構造と活性制御の関係
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関口敬俊、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体ATP合成酵素の還元機構の解明
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第45回討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋拓子, 高山健太, 井須敦子, 若林憲一, 久堀徹, 西山佳孝
2. 発表標題 緑藻クラミドモナスにおけるPGRL1 の生化学的解析
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田啓亮, 大高きぬ香, 平井優美, 久堀徹
2. 発表標題 色素体セリン合成系のレドックス制御の可能性
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村遼希, 寺島一郎, 矢守航
2. 発表標題 気孔応答の最適化は野外光環境における光合成を強化する
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大久保智司, 齊藤大樹, 矢守航, 永野惇, 大川泰一郎, 安達俊輔
2. 発表標題 野外圃場におけるイネの葉の光合成能力の品種間比較
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村遼希, 橋本(杉本)美海, 射場厚, 寺島一郎, 矢守航
2. 発表標題 気孔応答強化が生産性に及ぼす影響の解析
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大竹範子, 石倉正治, 鈴木 廣志, 矢守航, 後藤英司
2. 発表標題 赤青LEDの交互連続照射がリーフレタスの成長と栄養成分に及ぼす影響
3. 学会等名 生物環境工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村遼希, 橋本(杉本)美海, 射場厚, 寺島一郎, 矢守航
2. 発表標題 気孔応答は変動光条件下におけるバイオマス向上のターゲットとなる
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 門田慧奈, 東森峻馬, 高橋將, 祢宜淳太郎, 馬淵敦士, 寺島一郎, 矢守航, 射場厚
2. 発表標題 クチクラ形成異常により表皮透過性が高まったシロイヌナズナ変異体 <i>ihc1</i> の光合成特性の解析
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島津舜治, 瀬尾光範, 寺島一郎, 矢守航
2. 発表標題 気孔を介した systemic signaling が光合成誘導を促進する
3. 学会等名 日本作物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安達俊輔, 田中佑, 宮城敦子, 鹿島誠, 手塚あゆみ, 戸谷吉博, 小林俊造, 大久保智司, 清水浩, 川合真紀, 永野惇, 矢守航
2. 発表標題 光合成誘導反応のイネ品種間差に関わる生理的要因の解析
3. 学会等名 日本作物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toru Hisabori, Keisuke Yoshida, Shoko Mihara
2. 発表標題 Redox regulation machineries in photosynthetic organisms
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Biogenesis, Kurashiki, Japan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keisuke Yoshida, Toru Hisabori
2. 発表標題 Determining the rate-limiting step for light-responsive redox regulation in chloroplasts
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Biogenesis, Kurashiki, Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Yokochi, Florian Hahn, Andreas P. M. Weber, Keisuke Yoshida, Ken-ichi Wakabayashi, Toru Hisabori
2. 発表標題 Physiological significance of redox regulation of chloroplastic NADP-malate dehydrogenase
3. 学会等名 International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Biogenesis, Kurashiki, Japan (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田啓亮、原文香、杉浦一徳、深谷佑紀、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体レドックス制御の“ダークサイド”
3. 学会等名 日本光合成学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田啓亮
2. 発表標題 植物オルガネラ機能を支えるレドックス制御ネットワークの包括的解析
3. 学会等名 日本植物学会 第82回大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田啓亮、久堀徹
2. 発表標題 昼夜の葉緑体代謝を切り替えるレドックス制御機構
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 見原翔子、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 窒素固定型シアノバクテリア <i>Anabaena</i> sp. PCC 7120のヘテロシスト内のレドックス制御系
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横地佑一、Florian Hahn, Andreas Weber, 吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 CRISPR/Cas9システムを用いたチオレドキシシン標的酵素の改変と光合成制御の生理的意義の解明
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野亦次郎、久堀徹
2. 発表標題 Designing heme protein based oxygen sensing indicators
3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野亦次郎、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアの鉄硫黄クラスター運搬蛋白質SufAはTrxと相互作用する
3. 学会等名 第91回日本生化学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野亦次郎、久堀徹
2. 発表標題 酸素センサータンパク質プローブの開発
3. 学会等名 22回酸素ダイナミクス研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田啓亮
2. 発表標題 葉緑体を統御するレドックス制御ネットワーク
3. 学会等名 第8回日本光合成学会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田啓亮
2. 発表標題 レドックスを基盤とした植物オルガネラの機能統御ネットワーク
3. 学会等名 日本植物生理学会年会（奨励賞受賞招待講演）（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久堀徹、見原翔子、Frederic Deschoenmaeker、丹羽達也、田口英樹
2. 発表標題 Anabaena sp. PCC 7120のチオレドキシソニとレドックス制御
3. 学会等名 藍藻の分子生物学 2017（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田啓亮、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体レドックス制御のボトルネック
3. 学会等名 日本植物学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西山真穂、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 植物ミトコンドリアのスクシニルCoAリガーゼの基質特異性とレドックス制御
3. 学会等名 日本植物学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 和泉諒之、鈴木俊治、近藤久益子、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC6803のATP合成酵素の精製と活性測定
3. 学会等名 日本生体工エネルギー研究会第43回討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 稲辺宏輔、久堀徹
2. 発表標題 ATP合成酵素 サブユニットの機能の多様性
3. 学会等名 日本生体工エネルギー研究会第43回討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 見原翔子、吉田啓亮、若林憲一、久堀徹
2. 発表標題 <i>Anabaena</i> sp. PCC7120のチオレドキシ還元酵素およびチオレドキシンの機能解析
3. 学会等名 第59回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉浦一徳、横地佑一、久堀徹
2. 発表標題 チオレドキシセンサータンパク質THIS
3. 学会等名 第59回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田啓亮、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体の機能調節および植物の生育を虚長的に支える2つの還元力カスケード
3. 学会等名 日本植物学会第80回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 近藤(小山内)久益子、砂村英一郎、円由香、井須敦子、深谷佑紀、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Thermosynechococcus elongatus</i> BP-1のF1-ATPaseのサブユニットによる活性制御機構の解析
3. 学会等名 日本植物学会第80回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 稲辺宏輔、久堀徹
2. 発表標題 シアノバクテリアATP合成酵素 サブユニットN末端ドメインの役割
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第42回討論会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 吉田啓亮、久堀徹
2. 発表標題 葉緑体機能を統御するレドックス制御ネットワークの解析
3. 学会等名 日本生体エネルギー研究会第42回討論会(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 横地佑一、野亦次郎、久堀徹
2. 発表標題 Comprehensive survey of the thioredoxin-targeted proteins in leaves under the anaerobic conditions
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 見原翔子、若尾瞳、杉浦一徳、肥後明佳、吉田啓亮、久堀徹
2. 発表標題 G6PDH regulation via redox state of OpcA in the nitrogen fixing cyanobacterium Anabaena sp. PCC7120
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村遼希、橋本(杉本)美海、射場厚、寺島一郎、矢守航
2. 発表標題 気孔開度の上昇は光合成誘導反応を短縮する
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会(鹿児島大学)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 河野優、矢守航、鈴木祥弘、寺島一郎
2. 発表標題 遠赤色光による変動光障害に対するPSI 保護機構
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会(鹿児島大学)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺島一郎, 河野優, 矢守航, 鈴木祥弘
2. 発表標題 「光合成有効放射」再考: 遠赤色光の役割
3. 学会等名 日本農業気象学会 (北里大学)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 矢守航	4. 発行年 2019年
2. 出版社 北隆館	5. 総ページ数 100
3. 書名 『世界における人工光型植物工場R&Dとビジネスの急拡大』	

1. 著者名 Tsukagoshi S. & Yamori W	4. 発行年 2019年
2. 出版社 CRC Press	5. 総ページ数 974
3. 書名 Handbook of Plant & Crop Stress, 4th Edition	

1. 著者名 矢守航, 河野優 & 寺島一郎	4. 発行年 2018年
2. 出版社 葦華房	5. 総ページ数 112
3. 書名 環境制御された実験室とは異なる野外の光環境に対する光合成応答. 『生物の科学 遺伝』	

1. 著者名 木村遼希, 寺島一郎 & 矢守 航	4. 発行年 2018年
2. 出版社 日本光合成学会	5. 総ページ数 72
3. 書名 環境変動に対する気孔と光合成の応答, 光合成研究	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Hisabori-Wakabayashi Laboratory http://www.res.titech.ac.jp/~junkan/Hisabori_HomePage/index.html
--

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	吉田 啓亮 (Yoshida Keisuke) (40632310)	東京工業大学・科学技術創成研究院・准教授 (12608)	
研究分担者	矢守 航 (Yamori Wataru) (90638363)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・准教授 (12601)	

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