

令和 3 年 5 月 7 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02185

研究課題名(和文)変動する光環境下において優れた光合成能力を持つ植物の創出にむけた基盤研究

研究課題名(英文) How plants adjust their photosynthesis in response to fluctuating light environments

研究代表者

矢守 航 (Yamori, Wataru)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・准教授

研究者番号：90638363

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：野外環境において植物の受ける光環境は、天候や植物体同士の相互被陰によって一日を通して常に変動している。長年、変動光に対する光合成応答メカニズムについては不明瞭な点が多い。本申請課題では、光が激しく変動する野外環境における光合成量の向上に寄与する諸反応の分子機作の解明を目指した。申請者らの研究成果によって、1)ヒメツリガネゴケ由来Flavodiiron protein (Flv) 遺伝子導入による電子伝達系の改変、2) Rubisco活性化因子であるRubisco activaseの改変、3) 気孔開閉の迅速化によって、変動光に対する光合成能力の向上に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バイオマス増大に向けての育種戦略を示すため、変動光環境において、光合成の包括的理解から光合成装置全体の最適化を目指す計画は革新的である。本申請課題は野外環境における光合成機能の強化に向けた基盤技術の確立に寄与し、植物にとって必須な“光”に対する植物の適応性を高める意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：In the natural environment, the light environment that plants receive is constantly changing throughout the day due to the weather and mutual shade between plants. For many years, there are many unclear points about the mechanism of photosynthetic response to fluctuating light. In this application, we aimed to elucidate the molecular mechanisms of various reactions that contribute to the improvement of photosynthesis in the field environment where light fluctuates drastically. We have succeeded to improve photosynthetic ability under fluctuating light conditions, according to the research results of the applicants, 1) modification of the electron transport chain by introduction of the Flavodiiron protein (Flv) gene derived from *Physcomitrella patens*, 2) modification of Rubisco activase, which is an activator for Rubisco, and 3) rapid response of stomatal opening and closing.

研究分野：植物生理学

キーワード：光合成 変動光 環境応答 気孔 電子伝達 Rubisco

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、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

光合成は、地球の炭素循環や植物の物質生産の根幹をなしている (**Yamori et al. 2016, Plant, Cell & Environment**)。これまでも、作物の光合成能力の改良によって、作物生産性の向上を目指した研究が多く行われてきた (**Zhu et al. 2010**)。しかし、ほとんどの光合成研究では、光強度一定の定常光に対する光合成応答が研究対象となっていた。光は植物をとりまく最も基本的な環境要因であり、光合成の直接のエネルギー源であるが、野外環境において光は雲や植物体自身の遮蔽によって激しく変動している。急激な光強度の増加に光合成速度は追従できない。この光合成誘導反応が光強度の変化に速やかに追従できれば、一日の積算光合成量は **20%**以上増加すると試算され (**Taylor & Long 2017**)、その迅速化は野外における植物成長向上の鍵となっている (**Yamori 2016, Journal of Plant Research; Tanaka et al. 2019, Current Opinion in Plant Biology**)。このように野外における植物成長を理解し、環境変化に強い作物を作出する上で、変動する光環境に対する光合成応答の実態とそのメカニズムを明らかにすることは極めて重要である。しかし、現在まだまだ不明瞭な点が多い。

光合成反応は、葉緑体チラコイド膜の電子伝達によって光エネルギーを化学エネルギー (**ATP** と **NADPH**)に変換するプロセスと、葉緑体ストロマのカルビン・ベンソン回路によって、気孔を介して取り込んだ **CO<sub>2</sub>**を **Rubisco**が固定し、糖やデンプンなどの炭水化物を生産するプロセスに大別できる。このように、光エネルギー吸収、電子伝達反応、**CO<sub>2</sub>**の取り込み、そして、その後の代謝反応は密接に関連し、これらが調和して初めて高い光合成活性と植物成長が期待できると言える。つまり、光合成の変動光に対する応答機構を統合的に理解した上で、光合成能力を向上させる戦略を考える必要がある。本申請課題では、光合成誘導反応の遺伝的背景を網羅的に解明し、光合成能力改善に有用な分子機構を洗い出し、光が激しく変動する野外環境における光合成能力の強化に挑む。

## 2. 研究の目的

我々のこれまでの研究成果によって、光合成誘導時の最初の数分間は電子伝達反応が主な律速要因となること、その後は、**Rubisco activase**を介した **Rubisco**の活性化や気孔開口が光合成誘導の促進に重要な役割を果たすことを示し、光合成制御機構の全体像を明らかになってきた。本申請課題では、さらに、これまでに我々が得た研究成果に伴い、光合成電子伝達、**Rubisco**活性化、そして、気孔開口、それぞれの機能強化によって、変動する光環境における光合成能力を強化することを目的とした。

## 3. 研究の方法

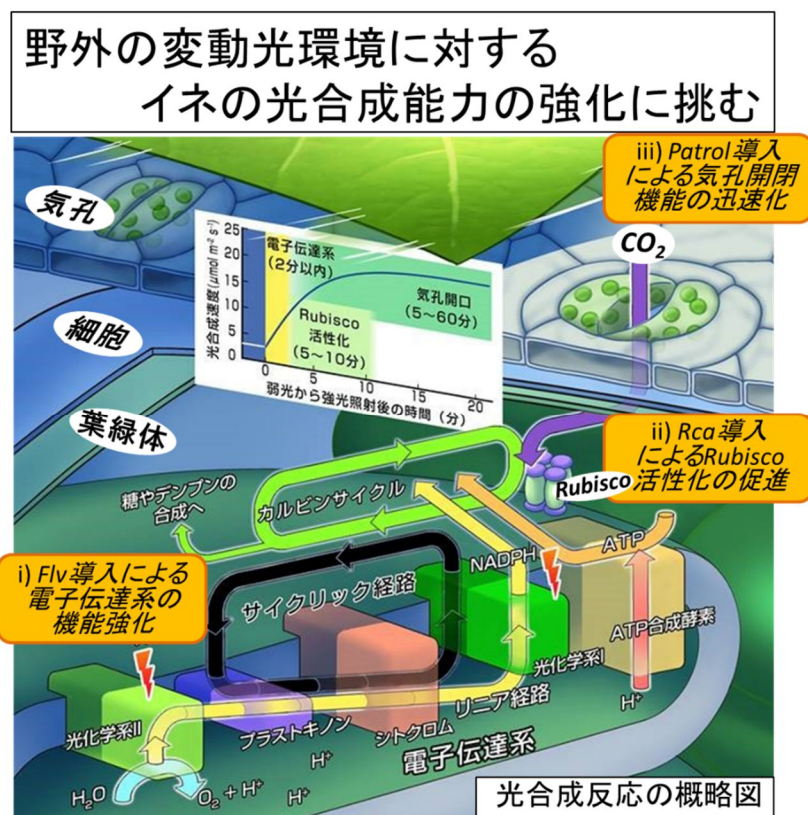
本申請課題では、光合成誘導に関わる遺伝子群を包括的に解明し、かつ、光合成制御機構の統合的理解に基づき、変動する光環境におけるイネの光合成速度を向上させることを目的とした。具体的には、1)ヒメツリガネゴケ由来 **Flavodiiron protein (Flv)** 遺伝子導入による電子伝達系の改変、2) **Rubisco** 活性化因子である **Rubisco activase** の改変、3) 気孔開閉の迅速化によって、変動する光環境において光合成量および植物成長の向上に繋がるかを評価した。包括的に光合成機能を解析するため、ガス交換解析による炭酸固定速度・気孔コンダクタンス(気孔開度の指標)、クロロフィル蛍光解析と **P700**

吸光解析による電子伝達速度を同時測定した。また、クロロフィル蛍光解析によって、過剰エネルギーの熱放散（NPQ）や電子伝達系の還元状態も同時評価した。

#### 4. 研究成果

長年、変動光に対する光合成応答メカニズムについては不明な点が多かったが、我々の研究によって、光合成系の諸反応の変動光応答を精査することで、そのメカニズムの全体像が明らかになってきた。これまでの研究成果をまとめると、光合成誘導反応には大きく3つの要因が関与している。

1) 葉緑体チラコイド膜の電子伝達によって光エネルギーを化学エネルギー（ATPとNADPH）に変換する過程、2) CO<sub>2</sub>固定の鍵酵素であるRubiscoの活性化状態、そして、3) 大気中のCO<sub>2</sub>を葉内に取り込む「玄関」となる気孔の開度である。以下に個別の研究成果をまとめる。



##### < 1. 光合成電子伝達の強化による変動環境における光合成能力の改善 >

光合成における電子伝達系はリニア経路とサイクリック経路に大別されるが、我々の研究によって、サイクリック経路を欠くイネやシロイヌナズナ変異体では、光合成誘導が遅延すること、また、変動光下における光合成や植物成長が顕著に減少することを明らかにしてきた。これらは、サイクリック経路が光合成誘導時のスターターとして機能すること、そして、光阻害からの防御に重要な役割を果たすことを示す（Yamori et al. 2016, Annual Review of Plant Biology）。また、Flavodiiron protein (Flv) はシアノバクテリアから裸子植物まで保存されており、Flv 依存の電子伝達系は過剰エネルギーの消去機能を有すると考えられているが、被子植物では保存されていない。そこで、ヒメツリガネゴケ Flv 遺伝子をイネに導入したところ、変動光ストレスに対する光阻害機能が強化されることを明らかにできた（Wada et al. 2018, Plant physiology）。

また、先行研究では、光のエネルギーを化学エネルギーに変換する光化学系 I と光化学系 II のうち、強い光を当て続けたときに主に損傷を受けるのは光化学系 II であること、また、強光で栽培した植物ほどこの損傷に耐性であることが知られていた。我々は、モデル実験植物であるイネやシロイヌナズナを用いた実験で、野外でみられるような弱光と強光を繰り返す変動光下では、光化学系 II ではなく光化学系 I が先に光阻害

を受けることを明らかにした ( **Yamori et al. 2016, Scientific Reports; Kono et al. 2017, Plant & Cell Physiology; Kono et al. 2020, Plant & Cell Physiology** )。また、数種類の植物に変動光を与えて、損傷を比較したところ、弱光環境下でも生育する耐陰性の強いクワズイモの光化学系 I は損傷を受けにくく、しかも、栽培時の光強度が弱いほど光化学系 I の「変動光」耐性が強いことを明らかにした ( **Terashima et al. 2021, Photosynthesis Research** )。

### < 2. Rubisco 活性化制御の強化による変動環境における光合成能力の改善 >

これまでの我々の研究成果によって、**Rubisco** は弱光環境では不活性化し、その後、光が突然あってもすぐに活性が増加しないこと、そして、不活性化した **Rubisco** を再活性化する **Rubisco activase** の量を減少させた形質転換体イネとタバコでは、光合成誘導時間が著しく遅延することを明らかにしてきた ( **Yamori et al. 2009, Plant Physiology; Yamori et al. 2012, Plant Journal** )。本申請課題では、**Rubisco activase** 過剰発現体イネを用いて、光合成誘導時と長期的に変動する光に対する光合成応答を解析した。その結果、**Rubisco activase** を過剰発現することによって、光合成誘導が促進され、変動光下における光合成や植物成長を大きく改善することを明らかにした。

### < 3. 気孔開度の環境応答の強化による変動環境における光合成能力の改善 >

陸上植物において、光合成に用いられる  $\text{CO}_2$  は主に葉の表面にある気孔から取り込まれる。気孔開度と定常状態における光合成速度との間に正の相関が見られることは古くから知られているが、変動する光環境などの非定常な光環境下の光合成速度に対する気孔開口の律速性については明らかになっていなかった。本研究成果では、イネやシロイヌナズナの気孔閉鎖経路を欠損した各種変異体を用いることで、気孔開口は変動光下における光合成や植物成長を大きく律速することを明らかにした。また、実際に、気孔開度の環境応答を強化することによって、変動する光環境における植物の光合成能力の改善に成功した ( **Kimura et al. 2020, Journal of Experimental Botany; Yamori et al. 2020 Plant, Cell & Environment** )。

さらに、細胞間隙から葉緑体にかけて  $\text{CO}_2$  の通りにくさ (つまり、葉肉抵抗) も光合成反応に大きな影響を及ぼすことが知られている。オーストラリア国立大学の **John Evans** 教授との国際共同研究によって、葉肉抵抗、光合成速度と蒸散速度の変動する光に対する挙動を世界で初めて捉え、それらの結果をまとめて論文発表した ( **Sakoda et al. 2021, Plant Physiology** )。光合成の生化学的および数理モデルを用いて光合成の制限要因を解析することによって、変動光環境における光合成は気孔を通して大気から  $\text{CO}_2$  を取り込む過程に強く制限される可能性を示した。

また、野外環境では、光は植物全体に均一に照射されるのではなく、同一個体の植物個体内においても、光があたっている葉とあたっていない葉が見られる。本年度の研究成果によって、植物体全体への光照射は 1 個葉のみへの光照射と比較して、光合成誘導が促進されること、また、その要因が気孔開度によって制御されることを見出した ( **Shimadzu et al. 2019, Frontiers in Plant Science** )。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 5件）

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 <sup>2+</sup> 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 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 <sub>2</sub> 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 Basso Leonardo, Yamori Wataru, Szabo Ildiko, Shikanai Toshiharu	4. 巻 184
2. 論文標題 Collaboration between NDH and KEA3 Allows Maximally Efficient Photosynthesis after a Long Dark Adaptation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 2078 ~ 2090
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.20.01069	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 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 Ohkubo Satoshi, Tanaka Yu, Yamori Wataru, Adachi Shunsuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Rice Cultivar Takanari Has Higher Photosynthetic Performance Under Fluctuating Light Than Koshihikari, Especially Under Limited Nitrogen Supply and Elevated CO <sub>2</sub>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.01308	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 Kang Hui-Xing, Zhu Xin-Guang, Yamori Wataru, Tang Yan-Hong	4. 巻 11
2. 論文標題 Concurrent Increases in Leaf Temperature With Light Accelerate Photosynthetic Induction in Tropical Tree Seedlings	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.01216	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 該当する

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 646144
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	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 Suzuki Yuji, Wada Shinya, Kondo Eri, Yamori Wataru, Makino Amane	4. 巻 65
2. 論文標題 Effects of co-overproduction of sedoheptulose-1,7-bisphosphatase and Rubisco on photosynthesis in rice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Soil Science and Plant Nutrition	6. 最初と最後の頁 36 ~ 40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00380768.2018.1530053	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 Wada Shinya, Yamamoto Hiroshi, Suzuki Yuji, Yamori Wataru, Shikanai Toshiharu, Makino Amane	4. 巻 176
2. 論文標題 Flavodiiron Protein Substitutes for Cyclic Electron Flow without Competing CO <sub>2</sub> Assimilation in Rice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 1509 ~ 1518
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.17.01335	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-Ma??s Raquel, Yamori Wataru, Ponce Mar?a Rosa, Micol Jos? 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 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 Busch Florian A., Tominaga Jun, Muroya Masato, Shirakami Norihiko, Takahashi Shunichi, Yamori Wataru, et al.	4. 巻 102
2. 論文標題 Overexpression of BUNDLE SHEATH DEFECTIVE 2 improves the efficiency of photosynthesis and growth in Arabidopsis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 129 ~ 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14617	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 Yamori Wataru, Kusumi Kensuke, Iba Koh, Terashima Ichiro	4. 巻 43
2. 論文標題 Increased stomatal conductance induces rapid changes to photosynthetic rate in response to naturally fluctuating light conditions in rice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant, Cell & Environment	6. 最初と最後の頁 1230 ~ 1240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pce.13725	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 Kimura Haruki, Hashimoto-Sugimoto Mimi, Iba Koh, Terashima Ichiro, Yamori Wataru	4. 巻 71
2. 論文標題 Improved stomatal opening enhances photosynthetic rate and biomass production in fluctuating light	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Botany	6. 最初と最後の頁 2339 ~ 2350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/eraa090	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 Terashima Ichiro, Matsuo Mitsutoshi, Suzuki Yoshihiro, Yamori Wataru, Kono Masaru	4. 巻 -
2. 論文標題 Photosystem I in low light-grown leaves of <i>Alocasia odora</i> , a shade-tolerant plant, is resistant to fluctuating light-induced photoinhibition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Photosynthesis Research	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/s11120-021-00832-4	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 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

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CO <sub>2</sub> 濃度と施肥窒素量の相互作用
3. 学会等名 日本光合成学会
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（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 門田慧奈, 高橋將, 馬淵敦士, 祢宜淳太郎, 寺島一郎, 矢守航, 射場厚
2. 発表標題 シロイヌナズナ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 2020年

1. 発表者名 Florian, A Busch, 富永 淳, 高橋 俊一, 矢守 航, Sara E. Milward, 西村 浩二, 戸田 陽介, 高見 常明, 渡邊 俊介, 木下 俊則, 坂本 亘, 坂本 敦, 島田 裕士
2. 発表標題 BSD2は酸化失活ルビスコを還元再活性化し, 光合成活性を増強する
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺島 一郎, 舟山(野口) 幸子, 上園 幸史, 鈴木 祥弘, 矢守 航, 河野 優
2. 発表標題 耐陰性植物クワズイモのクロロフィルタンパク質複合体: PSI光阻害に対する耐性 メカニズム
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masaru Kono, Wataru Yamori, Ichiro Terashima
2. 発表標題 Roles of far-red light in efficient photosynthesis in fluctuating light
3. 学会等名 日本植物生理学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Leonardo Basso, Wataru Yamori, Toshiharu Shikanai
2. 発表標題 The regulation of the pmf by the NDH complex and KEA3
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2020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 (招待講演)
4. 発表年 2020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			
オーストラリア	オーストラリア国立大学			