

課題番号	GS026
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成25年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	光合成機能の統括制御へ向けた革新的技術基盤
研究機関・部局・職名	基礎生物学研究所・環境光生物学研究部門・教授
氏名	皆川 純

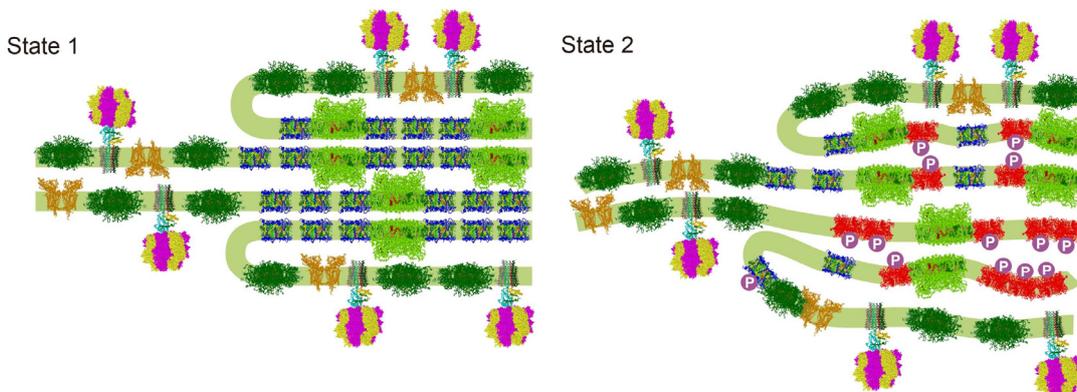
1. 当該年度の研究目的

1. さまざまな環境光変化環境下での [Ca²⁺] [ATP]動態を明らかにし、2大光環境適応機構である qE クエンチングとステート遷移の制御機構を解明する。
2. 葉緑体ストロマにおける[Ca²⁺]可視化株および[ATP]可視化株を作成し、qE クエンチング誘導(Lhcsr3 発現誘導)におけるシグナル伝達機構を解明する。

2. 研究の実施状況

● ステート遷移制御機構の解析

反応がまさに進行している生細胞を用いた解析から、ステート遷移機構において革新的に理解が進んだ。ステート遷移の進行に伴い特徴的なチラコイド膜の Bragg ピークが消失することが中性子小角散乱の解析より判明したため、ステート 2 ではチラコイド膜の 200Å 間隔の規則的重なりが失われていることがわかった。また、PSII 超複合体に結合する LHCII 数は不変であり全体構造もステート遷移の前後でほぼ保存されるにもかかわらず、その集光能力が大きく低下することが分光解析より明らかになった。これらの結果から、ステート遷移は従来考えられていたような「単純な光のアンテナの移動」ではなく、「リン酸化による光のアンテナの質的変化(下図で赤で示す)」によるバランス補正であると結論した(下図)。



● qE クエンチング誘導のシグナル伝達

平成 24 年度は、新奇 LHC 様因子 LHCSR3 が qE クエンチング発現に直接作用することを証明したが、平成 25 度は Lhcsr3 遺伝子発現解析を多角的に行った。Lhcsr3 遺伝子は強光条件で発現することが知られ

様式19 別紙1

ているので、まず 350～750nm の各単波長を照射し LHCSR3 発現アクションスペクトルを測定した。その結果関与するセンサーが示唆されたため、このセンサータンパク質の欠失変異株を用いた測定を行いその関与を証明した。阻害剤の効果を検討した結果、さらに光合成電子伝達量の関与が示唆された。また、これまで作用点が明らかでなかった $[Ca^{2+}]$ がこの経路に関与することがわかった。クラミドモナスは 3 種の LHCSR タンパク質遺伝子(Lhcsr3.1, 3.2, Lhcsr1)を保持しているが、Lhcsr3.1/3.2 の発現誘導においては、この光合成電子伝達量および Ca^{2+} による制御が行われている一方、Lhcsr1 の発現誘導におけるこれらの制御は小さいものであった。さらに、それぞれのプロモータ領域の塩基配列を解析した結果、Lhcsr3.1 は従来判明している環境因子に加え、低 CO₂ 濃度により活性化されることがわかり、ここに光環境激変時のシグナル伝達機構の概要が判明した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 8 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 2 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tokutsu, R. and *Minagawa, J. Energy-dissipative supercomplex of photosystem II associated with LHCSR3 in Chlamydomonas reinhardtii. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 110: 10016-10021 (2013.6). 2. *Minagawa, J. Dynamic reorganization of photosynthetic supercomplexes during environmental acclimation of photosynthesis. Front. Plant Sci. 4 (513) doi: 10.3389/fpls.2013.00513 (2013.12). <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 6 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nagy, G., Ünneper, R., Zsiros, O., Tokutsu, R., Takizawa, K., Porcar, L., Moyet, L., Petroustos, D., *Garab, G., *Finazzi, G., *Minagawa, J. Chloroplast remodeling during state transitions in Chlamydomonas reinhardtii as revealed by non-invasive techniques in vivo. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. (2014.4). in press. 2. *皆川純, 太郎田博之 微細緑藻の高密度化へ向けた光合成能力増強技術. BIOINDUSTRY (2014.4). in press. 3. *Shibata, Y., Katoh, W., Chiba, T., Namie, K., Ohnishi, N., Minagawa, J., Nakanishi, H., Noguchi, T., Fukumura, H. Development of a novel cryogenic microscope with numerical aperture of 0.9 and its application to photosynthesis research. Biochim. Biophys. Acta (2014.6). in press. 4. Maruyama, S., Tokutsu, R., *Minagawa, J. Transcriptional regulation of the stress-responsive light harvesting complex genes in Chlamydomonas reinhardtii. Plant Cell Physiol. (2014) in press. 5. Takahashi, H., Okamuro, A., Minagawa, J., *Takahashi, Y. Biochemical characterization of photosystem I associating light-harvesting complexes I and II isolated from State-2 cells of Chlamydomonas reinhardtii. Plant Cell Physiol., 2014, in press. 6. *得津隆太郎, 皆川純 「光合成における過剰光エネルギー消去のメカニズム」/パリティ vol.29 No.6, 2014, in press. <p>*責任著者</p>
<p>会議発表 計8件</p>	<p>専門家向け 計 7 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大西紀和, 鎌田このみ, 皆川純「緑藻クラミドモナスのステート遷移および qE の新奇変異株の単離」第 55 回日本植物生理学会年会(富山), 日本植物生理学会主催, 2014.03 2. Aihara, Y., Minagawa, J. “Distinct photoacclimation responses in the symbiotic dinoflagellate (Symbiodinium) species under environmental stresses. 第 55 回日本植物生理学会年会(富山), 日本植物生理学会主催, 2014.03 3. 山崎広頭, 皆川純「新種の海産性油脂産生緑藻を用いた変動外光環境における光合成能力の評価」第 55 回日本植物生理学会年会(富山), 日本植物生理学会主催, 2014.03 4. 小菅晃太郎, 得津隆太郎, Niyogi,K., 皆川純「強光適応に重要な LHCSR タンパク質の機能と役割」第 55 回日本植物生理学会年会(富山), 日本植物生理学会主催, 2014.03 5. 丸山真一郎, 皆川純, Archibald,J., Kim, E. 「最初の植物はどのように葉緑体を獲得したのか, それを我々はどのように知ることができるのか. 日本植物学会第 77 回大会(札幌)2013.09 6. 皆川純, 得津隆太郎「LHCSR3を結合した光化学系II超複合体によるエネルギー散逸」日本植物学会第 77 回大会(札幌), 日本植物学会主催, 2013.09

様式19 別紙1

	<p>7. Minagawa, J. “Energy dissipative supercomplex of photosystem II associated with LHCSR3 in <i>Chlamydomonas</i>” Algal Biomass, Biofuels & Bioproducts, Elsevier 社主催, 2013(トロント, カナダ)2013.06</p> <p>一般向け 計 1 件</p> <p>1. 皆川純「光合成機能の統括制御へ向けた革新的技術基盤」最先端研究開発支援プログラム FIRST シンポジウム「科学技術が拓く 2030 年」へのシナリオ, 早稲田総研イニシアチブ主催, (東京)2014.02-03.</p>
<p>図 書</p> <p>計 3 件</p>	<p>1. Johnson, G. N., Cardol, P., Minagawa, J., Finazzi, G. Regulation of electron transport in photosynthesis. In <i>Plastid Biology</i> (Theg, S., Wollman, F.-A., Eds.) <i>Advances in Plant Biology</i> Vol. 5, Springer, Dordrecht, (2014) in press.</p> <p>2. Finazzi, G., Minagawa, J. High light acclimation in green microalgae. In <i>Non-Photochemical Fluorescence Quenching and Energy Dissipation in Plants, Algae, and Cyanobacteria</i> (Demmig-Adams B, Garab G, Adams WW III, Govindjee, Eds.) <i>Advances in Photosynthesis and Respiration</i> Vol.40, Springer, Dordrecht, (2014) in press.</p> <p>3. 皆川純「光合成の誕生」In “アストロバイオロジー 宇宙に生命の起源を求めて” 化学同人 (2013).</p>
<p>産業財産権 出願・取得状 況</p> <p>計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>1. 自然科学研究機構基礎生物学研究所環境光生物学研究部門 http://www.nibb.ac.jp/photo/</p> <p>2. プレスリリース「過剰な光エネルギーを消去する実体、光合成タンパク質超複合体を発見」(2013 年 5 月 28 日) http://www.nibb.ac.jp/press/2013/05/28.html</p> <p>3. プレスリリース「光合成反応調節のしくみ“ステート遷移”の解明」(2014 年 3 月 18 日) http://www.nibb.ac.jp/press/2014/03/18.html</p>
<p>国民との科 学・技術対話 の実施状況</p>	<p>一般国民を対象とした, “最先端研究開発支援プログラム FIRST シンポジウム「科学技術が拓く 2030 年」へのシナリオ(早稲田総研イニシアチブ主催, 東京・ベルサール新宿グランド, 参加者 330 名) 2014.02.28-03.01”にて, 本課題の成果について説明を行った.</p>
<p>新聞・一般雑 誌等掲載</p> <p>計 3 件</p>	<p>1. 「NIBB、緑藻の光合成において過剰な光エネルギーを消去する仕組みを解明」マイナビ(web) 2013.5.29 http://news.mynavi.jp/news/2013/05/29/066/</p> <p>2. 「NIBB、緑藻の光合成において過剰な光エネルギーを消去する仕組みを解明」Yahoo!JAPAN ニュース 2013.5.29 http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20130529-00000042-mycomj-sci</p> <p>3. 「過剰光エネルギー緑藻が安全に消去」科学新聞 2013.6.21 6 面</p>
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	133,000,000	91,300,000	41,700,000	0	0
間接経費	39,900,000	27,390,000	12,510,000	0	0
合計	172,900,000	118,690,000	54,210,000	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を 除く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	50,893	41,700,000	0	41,750,893	41,750,893	0	0
間接経費	15,529,013	12,510,000	0	28,039,013	28,039,013	0	0
合計	15,579,906	54,210,000	0	69,789,906	69,789,906	0	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	28,059,057	分光器, 遠心機, ローター他
旅費	316,260	研究打ち合わせ旅費(大阪, 富山)他
謝金・人件費等	11,024,703	研究員・技術支援員人件費
その他	2,350,873	英文校正, 学会誌投稿料, 機器修理代他
直接経費計	41,750,893	
間接経費計	28,039,013	
合計	69,789,906	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
実験台	オカムラ・Riforma	1	1,226,662	1,226,662	2013/5/20	基礎生物学研究所
実験台	オカムラ・Riforma	1	1,226,663	1,226,663	2013/5/20	基礎生物学研究所
紫外可視分光器 一式	日本分光・V-650	1	1,999,200	1,999,200	2013/6/25	基礎生物学研究所
微量高速遠心機 一式	日立工機・CF16RN II	1	970,200	970,200	2013/6/26	基礎生物学研究所
遠心機用ロータ	日立工機・P40S	1	2,222,325	2,222,325	2013/7/10	基礎生物学研究所
微小流路装置	Cellasic・ONIX	1	2,213,400	2,213,400	2013/8/30	基礎生物学研究所
蛍光光度計	Walz社・ monitoring-PAM	1	3,307,500	3,307,500	2013/9/9	基礎生物学研究所
バイオリアクタ 一式	Phenometrics・ ePBR	1	2,686,526	2,686,526	2013/11/11	基礎生物学研究所
波長可変光源 一式	浜松ホトクス・ L12194-00-39070	1	2,034,900	2,034,900	2014/1/17	基礎生物学研究所
遠心機用ロータ	日立工機・P40ST	1	2,091,600	2,091,600	2014/2/26	基礎生物学研究所
遠心機用ロータ	日立工機・P28S	1	1,974,000	1,974,000	2014/2/26	基礎生物学研究所
クライオスタット 一式	JANIS・VNF-100	1	2,738,400	2,738,400	2014/3/24	基礎生物学研究所