

自己評価報告書

平成23年 4月26日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20370018

研究課題名 (和文)

新規光受容体シアノバクテリオクロムファミリーの光受容機構の解明

研究課題名 (英文) Studies on light-sensing mechanism of a novel photoreceptor family, cyanobacteriochrome

研究代表者

池内昌彦 (IKEUCHI MASAHIKO)

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：20159601

研究分野：光生物学、光合成

科研費の分科・細目：植物分子生物・生理学

キーワード：光受容体、シアノバクテリア、シアノバクテリオクロム、フィトクロム、テトラピロール、光合成

1. 研究計画の概要

我々が発見した新しい光受容体スーパーファミリーであるシアノバクテリオクロムの独自の光受容機構と多様な光応答現象を解明することを目的として、制御することができるのかを明らかにすることを目的として、代表的なメンバー **TePixJ** **SyCcaS** **SyPixA** などの光受容機構、結晶構造、シグナル伝達の生化学的役割、生理的役割との関連を解明する。

2. 研究の進捗状況

赤色光受容体 **AnPixJ** と青色光受容体 **TePixJ** の結晶構造を決定し、色素を配位する重要な構造的特徴を明らかにした。これらのタンパク質に部位特異変異を導入し、光受容の分子機構とともに重要な残基を複数同定した。走光性の青色光受容体 **TePixJ** の形成機構の解析として、化学合成した色素とアポタンパク質の *in vitro* 再構成を解析し、中間体としてフィコシアノビルンが共有結合した後で異性化されることを明らかにした。これにより、**TePixJ** の色素結合ドメインが、色素を共有結合するリアーゼ活性、光異性化活性だけでなく、特定の残基との可逆的な結合を触媒するリアーゼ活性、色素をフィコビオロビルンに異性化する異性化酵素活性ももつ多機能タンパク質であることが示された。新たな走光性調節因子として、**SyPixA** が新規近紫外受容体であることを示した。2種のシアノバクテリアで **SyCcaS/NpCcaS** が、光合成の集光色素複合体を調節する補色順化の光受容体であること、さらにこれらは転写因子 **SyCcaR/NpCcaR** をリン酸化して標的遺伝子の転写を活性化することを示した。これらは

シアノバクテリア初の緑色光受容体として、光受容から標的遺伝子までのシグナル伝達を解明したものである。**TeTlr0924** が、細胞内二次メッセンジャー分子 (*c-di-GMP*) を合成する青色光受容体であること、これによってセルロース合成酵素の活性を調節することで、細胞凝集を促進することを示した。これはシアノバクテリアにおける3つ目の光応答現象の分子機構の解明となった。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。当初の予定では、新規光受容体シアノバクテリオクロムの多様な光受容の分子機構とその生物学的役割との関係を解明することが目的であった。実際には、4年計画で研究を始めたが、3年を経て、当初の予定を大きく越える成果を得た。まず発色の分子機構を、2種のタンパク質の結晶解析と部位特異変異解析、さらに光受容体の活性などによる検証により、解明した。つぎに、**TePixJ** や **SyPixA** が青色光受容体として作用するしくみ、**SyCcaS** や **NpCcaS** が緑色光受容体として作用するしくみを、走光性と補色順化のための遺伝子発現の調節の解析から解明した。さらに当初の予定を越えて、3つ目の光応答現象の分子機構も解明した。

4. 今後の研究の推進方策

前年度応募として、新規課題を申請し採択された。その内容は、シアノバクテリオクロムファミリーのさらなる拡張を目指して、藻類の光受容体など多様な光受容機構の同定や、光による代謝制御、行動制御などの解明をめざす。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計34件)

①Ishizuka, T., Kamiya, A., Suzuki, H., Narikawa, R., Noguchi, T., Kohchi, T., Inomata, K., and Ikeuchi, M. (2011) The cyanobacteriochrome, TePixJ, isomerizes its own chromophore by converting phycocyanobilin to phycoviolobilin. *Biochemistry*, 50: 953-961. 査読有

②Hirose, Y., Narikawa, R., Katayama, M. and Ikeuchi, M. (2010) Cyanobacteriochrome CcaS regulates phycoerythrin accumulation in *Nostoc punctiforme*, a group II chromatic adapter. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107: 8854-8859. 査読有

③Narikawa R, Muraki N, Shiba T, Ikeuchi M, Kurisu G. (2009) Crystallization and preliminary X-ray studies of the chromophore-binding domain of cyanobacteriochrome AnPixJ from *Anabaena* sp. PCC 7120. *Acta Crystallogr. Sect. F Struct. Biol. Cryst. Commun.* 65:159-62. 査読有

④Osanai, T., Imashimizu, M., Seki, A., Sato, S., Tabata, S., Imamura, S., Asayama, M., Ikeuchi, M. and Tanaka, K. (2009) ChlH, the H subunit of the Mg-chelatase, is an anti-sigma factor for SigE in *Synechocystis* sp. PCC 6803. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 106: 6860-6865. 査読有

⑤ Hirose, Y., Shimada, T., Narikawa, R., Katayama, M. and Ikeuchi, M. (2008) Cyanobacteriochrome CcaS is the green light receptor that induces the expression of phycobilisome linker protein. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 105: 9528-33. 査読有

他 29 件、すべて査読有

〔学会発表〕(計90件)

①Masahiko Ikeuchi : Phototactic regulation of unicellular cyanobacteria. 2009.6. 18-23, 15th International Congress on Photobiology, Dusseldorf. 招待講演。

② Masahiko Ikeuchi "Chromatic regulatory system of phycobilisome in *Synechocystis* sp. PCC 6803: A new green light receptor and unusual phycobilisome. 2008.6.22-27 Gordon Research Conferences on PHOTOSYNTHESIS, 招待講演
他 88 件

〔図書〕(計8件)

①広瀬侑、佐藤桃子、池内昌彦(2009) シアノバクテリア 光合成研究法(日本光合成研究会・北大低温科学研究所共編)
他 7 件

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計0件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

なし