



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | STUDIES ON STRUCTURES AND FUNCTIONS OF TWO KINDS OF PHOTOSYNTHETIC PROTEINS                                                                     |
| Author(s)    | 菅原, 肇                                                                                                                                           |
| Citation     | 大阪大学, 1999, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/41454">https://hdl.handle.net/11094/41454</a>                                                             |
| rights       |                                                                                                                                                 |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|               |                                                                                                                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | 菅 原 はじめ                                                                                                                 |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                                                               |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 4 5 9 4 号                                                                                                           |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成11年3月25日                                                                                                              |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科物質化学専攻                                                                                             |
| 学 位 論 文 名     | STUDIES ON STRUCTURES AND FUNCTIONS OF TWO<br>KINDS OF PHOTOSYNTHETIC PROTEINS<br>(光合成に関与する2種の蛋白質の構造と機能に関する研究)          |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 甲斐 泰                                                                                                        |
|               | (副査)<br>教 授 米山 宏    教 授 大島 巧    教 授 野島 正明<br>教 授 小松 満男    教 授 足立 吟也    教 授 城田 靖彦<br>教 授 平尾 俊一    教 授 新原 皓一    教 授 田川 精一 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光合成の明反応において光化学系ⅡからⅠへ電子伝達を行うプラストシアニンと、暗反応において二酸化炭素固定を触媒するリブロース1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ(ルビスコ)の2種の蛋白質の立体構造と機能の相関について述べており、緒言、本論2章、および総括から構成されている。

緒言では、本研究の目的と意義ならびにその背景について述べ、本研究の概略についても合わせて示している。第1章では、酸性アミノ酸残基が集中するacidic patchを欠損したシアノバクテリア *Synechococcus* 由来プラストシアニンと、高等植物 *Silene* 由来プラストシアニンのacidic patchの43, 44番のアミノ酸を塩基性残基に置換した変異体の結晶構造解析について述べ、シアノバクテリア由来プラストシアニンの低い電子伝達能は立体構造の違いによるものではなく、高等植物由来プラストシアニンに比べacidic patchでの表面負電荷の大幅な減少によることを示している。さらにプラストシアニンは、進化の過程でacidic patch領域に酸性アミノ酸残基を導入し表面負電荷を獲得することによって、電子伝達能を高めてきたことを明らかにしている。

第2章では、これまで知られているルビスコの中で最高の二酸化炭素固定能を持つ紅藻 *Galdieria partita* 由来ルビスコの結晶構造解析について述べ、*Galdieria* ルビスコと既に解析されている他のルビスコとの立体構造を比較することによって、活性部位付近における両者の構造の違いについて議論している。その結果、活性部位付近の触媒反応に関与するアミノ酸残基間に *Galdieria* ルビスコ特有の水素結合が存在することを見出している。さらに他のルビスコとの立体構造の違いから、*Galdieria* ルビスコの立体構造と高い二酸化炭素固定能との相関についての知見を得ている。一方、高等植物に比べ非緑色藻類由来のルビスコには、スモールサブユニットのカルボキシル末端に30残基以上の延長領域が存在するが、*Galdieria* ルビスコではこの領域が $\beta$ -ヘアピン構造を形成して熱安定性に寄与することを明らかにし、さらにこの領域が触媒活性の調節にも関与する可能性があることを示している。総括では第1章、第2章の研究結果をまとめて述べ、プラストシアニン、ルビスコの2種の蛋白質の構造機能相関について示している。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、高等植物、シアノバクテリア由来プラストシアニンと紅藻由来リブロース1,5-ビスリン酸カルボキ

シラーゼ／オキシゲナーゼ（ルビスコ）の結晶構造解析を行うことにより、構造と機能との相関を明らかにするのが目的である。主な結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 高等植物 *Silene* 由来プラストシアニンの野生型と酸性アミノ酸残基を塩基性残基に置換した変異体の構造解析から、電子伝達には表面負電荷が重要であることを証明している。
- (2) シアノバクテリア *Synechococcus* 由来プラストシアニンの結晶化、構造解析に成功し、プラストシアニンが進化の過程で表面負電荷を獲得していることを明らかにしている。
- (3) 非緑色藻類由来では初めての例である紅藻 *Galdieria partita* 由来ルビスコの構造解析に成功し、また *Galdieria* ルビスコの立体構造から、極めて高い二酸化炭素固定能に関する知見を得ている。
- (4) 非緑色藻類に特有のスモールサブユニットのカルボキシル末端の延長領域が *Galdieria* ルビスコでは  $\beta$ -ヘアピン構造を形成していることを明らかにし、さらにこの領域が触媒活性の調節に関与していることを示している。

以上のように、2種の蛋白質の立体構造決定によって、それぞれ機能との相関に関する知見が得られており、特に(3)は、大気中の二酸化炭素削減において主要なターゲットのひとつであるルビスコの機能改良を促す極めて重要な成果である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。