



Title	A study on photosynthetic extracellular electron transfer processes of cyanobacterium <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803
Author(s)	Kusama, Shoko
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/89654">https://hdl.handle.net/11094/89654</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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

## 論文内容の要旨

氏名 ( 草間 翔子 )	
論文題名	A study on photosynthetic extracellular electron transfer processes of cyanobacterium <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 (光合成微生物シアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803の細胞外電子移動過程に関する研究)
論文内容の要旨 近年注目されている微生物太陽電池 (BPV) は、光合成由還元力を電流として取り出す技術であり、環境発電やバイオセンシング分野への応用が期待されている。酸素発生型光合成を行う微生物・シアノバクテリアは、その取扱い易さからBPVに適した微生物種と考えられてきたが、その細胞外電子移動 (EET) 活性は著しく低く、またEETメカニズムの詳細も明らかではなかった。そこで、本研究では、シアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 ( <i>Synechocystis</i> ) のEET活性増強、および、EETメカニズムの解明を目的とした。まず、シアノバクテリア外膜の低い透過性が、低EET活性の一因であるとの仮説のもと、外膜の剥離によるEET活性の増強を目指した。遺伝子改変により外膜が剥離されたslr0688i株の光電流の生成能は、平板ITO電極を作用極とした場合、そのネガティブコントロール株・dCas9株に比べて約40倍に向上した。一連の光合成阻害剤を用いた実験から、電流生成に関与する細胞内電子供与経路は、光合成電子伝達鎖の末端である光化学系Iよりも下流に位置し、なおかつプラスチキノンプールに電子を伝達する経路であることが示唆された。細胞による人工電子受容体・フェリシアン化カリウムの還元は、光照射下においてslr0688i株では $2.3 \mu\text{M}/\text{OD min}$ の速度で進行したがdCas9株では観測されず、さらに培養上清の異種微生物・ <i>Bacillus cereus</i> への還元力供給能は、slr0688i株ではdCas9株に比べて倍増していた。以上から、外膜剥離によるシアノバクテリアEET活性の増強が示された。また、高濃度のグリコールアルデヒドが呼吸電子伝達を阻害することを見出し、EETメカニズム解明に有用となる、 <i>Synechocystis</i> 光合成循環的電子伝達、および、呼吸電子伝達の分別測定法を構築した。さらに、 <i>Synechocystis</i> 野生株細胞からEET媒介物質が培養上清中へ排出される条件を特定した。これにより、EET媒介物質が分子量190、親水性の紫外線吸収物質（吸収極大波長、325 nm）であることが示唆された。以上から、本研究によってシアノバクテリアEET活性増強の指針確立、および、EETメカニズムの一貫の解明が達成された。	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 ( 草間 翔子 )	
	氏名 (職)
論文審査担当者	主査 教授 中西 周次 副査 教授 岩井 成憲 副査 教授 境 慎司 副査 教授 伊福 健太郎 (京都大学農学研究科)

## 論文審査の結果の要旨

近年、クリーンで持続可能なエネルギー変換技術として、光合成由来還元力を電流として取り出す微生物太陽電池 (BPV) が注目を集めしており、環境発電やバイオセンシング分野への応用が期待されている。酸素発生型光合成を行う微生物・シアノバクテリアは、BPVに適した微生物種として精力的に研究されてきたものの、その細胞外電子移動 (EET) 活性は著しく低く、またEETメカニズムの詳細も明らかではなかった。こうした背景の下、本研究では、シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 (*Synechocystis*) のEET活性増強、および、EETメカニズムの解明が目的として掲げられている。学位論文においては、BPV研究の動向、および、課題が説明され、本論文研究の位置づけが述べられている。その上で、以下の研究成果について論述されている。

本研究ではまず、外膜の剥離によるシアノバクテリアEET活性の増強が検討されている。遺伝子改変により外膜が剥離されたslr0688i株では、細胞の光電流生成能、細胞の人工電子受容体・フェリシアン化カリウムの還元能、培養上清の異種微生物・*Bacillus cereus*への還元力供給能が、そのネガティブコントロール株・dCas9株に比べて向上していることが明らかとなった。また、一連の光合成阻害剤を用いた実験から、電流生成に関与する細胞内電子供与経路は、光合成電子伝達鎖の末端である光化学系Iよりも下流に位置し、なおかつプラスミド・ノンプールに電子を伝達する経路であることが示唆された。そして、EETメカニズム解明に有用となる、*Synechocystis*光合成循環の電子伝達、および、呼吸電子伝達の分別測定法が構築された。さらに、*Synechocystis*野生株細胞からEET媒介物質が培養上清中へ排出される条件を特定し、これによりEET媒介物質が分子量190、親水性の紫外線吸収物質（吸収極大波長、325 nm）であることが示唆された。

以上の結果から、本研究においては、*Synechocystis*のEET活性増強のための新しい方策、および、EETメカニズムの全容解明に繋がる新しい知見が明らかにされている。これらはクリーンで持続可能なエネルギー変換技術であるBPVの実用化に向けた研究開発推進につながる重要な基礎的知見であり、博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。