

科学研究費助成事業（特別推進研究）研究進捗評価

課題番号	24000010	研究期間	平成24年度～平成28年度
研究課題名	細胞外電子移動を基軸とした生体電子移動論の開拓		
研究代表者名 (所属・職)	橋本 和仁 (国立研究開発法人物質・材料研究機構・理事長)		

【平成27年度 研究進捗評価結果】

該当欄		評価基準
	A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
○	A	当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
	A-	当初目標に向けて概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれるが、一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要である
	B	当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
	C	当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

(評価意見)

研究代表者は鉄還元微生物である *Shewanella* が外膜シトクロムを通して細胞外電子伝達を行っていることに着目し、外膜シトクロムを介して微生物/電極間で直接的電子移動を引き起こし、微生物体内の酸化還元雰囲気電位を電極電位で制御することを目的として本研究を行っている。

これまでに、電流生産菌の電流生産の増大は細胞内の TCA 回路が活性されて起こることを明らかにし、TCA 回路によるエネルギー生産を実証している。電極電位によりシアノバクテリアの微生物体内の酸化還元雰囲気の制御が電極電位の調整により可能であることを明らかにしている。また、外膜シトクロムではプロトン共役電子移動が起こっていることを見出し、生体系の基本的なエネルギー獲得について重要な知見を得ている。

外膜シトクロムを持たない一般生細胞の細胞外電子移動を実現するために、細胞膜透過性、生体親和性に優れた新規電子メディエーターを開発し、非光合成細菌に対して光応答性の付与に成功し、炭酸固定回路経路の電子伝達系も観察可能であることを示している。さらに、外膜シトクロムを介する細胞外電子移動では集団同期現象が起こることを見出し、集団同期能に関与するシグナル分子の存在を明らかにしている。シグナル分子の同定には至っていないが、微生物の集団同期の鍵物質の解明には大きな期待が寄せられる。

以上の成果は生体系が有するエネルギー生産に関する極めて重要な知見を与えており、研究は順調に進捗していると判断される。

【平成29年度 検証結果】

検証結果	本研究は、鉄還元微生物である <i>Shewanella</i> を対象に細胞が電子伝達による外部環境に対応する応答をどのように進めているのかを解明することを目指している
A	

が、電極電位依存的に TCA 回路が可逆的に開閉し、これと相関して遺伝子の発現パターンが変化することを見いだしている。Shewanella による集団同期時の電流生成増加のメカニズムを検討し、細胞間の電子移動が集団同期的に TCA 回路を活性化することを見いだした。これは、プロトン共役と外膜シトクロムによる電子移動が加速され、細胞間の電子移動が個々の細胞活動と有機的につながって集団的動機を誘起することを指摘している。

また、細胞毒性の低い電子伝達ポリマーを開発し、細胞膜外膜に電子伝達蛋白質を持たない一般の微生物及びほ乳類細胞についても研究を進めている。特に、バイオプラスチック (PHB) 生産菌である Ralstonia 菌を用いた細胞外電子移動による PHB 生産能の研究では、電子伝達ポリマーを介した細胞外電子伝達により PHB の生産能が 70% 向上することを見いだしている。生体系は、光エネルギーの活用によって光合成、すなわち炭素固定を行っているが、電気エネルギーによる新たなプロセスの可能性を示しており、興味深い研究成果である。以上より、全体として期待どおりの研究成果が得られたと判断する。