

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		DNA ヘアピン構造を用いた長寿命ラジカルペア・システムの創製			
研究テーマ (欧文) AZ		Study on creation of long-lived radical pair systems using DNA hairpin structures			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓) オカ	名) ヨシミ	研究期間 B	2017 ~ 2019年
	漢字 CB	岡	芳美	報告年度 YR	2019年
	ローマ字 CZ	Oka	Yoshimi	研究機関名	大分大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		大分大学全学研究推進機構・助教			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>多くの動植物が微弱磁場である地磁気を利用していることが知られている。この高感度磁気センサーの1つとして、青色光受容体タンパク質クリプトクロムが働く可能性が強く示唆されており、渡り鳥はこの磁気センサーを網膜内に持つことによって渡りを行えると考えられている。磁気センサーとして働く機構は、クリプトクロム中のフラビンアデニンジヌクレオチド(FAD)が青色光により励起されたとき、アミノ酸(トリプトファン)との間で電子移動が起こり、その結果生じるラジカルペアのために、磁場による反応効率の差として検出できると推定されている。生体系のフラビタンパク質においては、一連の光化学反応の初期段階でフラビンの1重項励起状態からのフラビン-トリプトファン・ラジカルペア形成が報告されている。本研究では、フラビンを光受容体とし、生体系と同じ反応経路を辿る、すなわち、(その後のラジカルペアの1重項-3重項転移が)微弱磁場の影響を特異的に受けるという点でリアルな人工モデル系の構築を目指した。本研究で構築したトリプトファン含有ペプチド核酸-フラビン含有 DNA の2重鎖を用いた時間分解電子スピン共鳴測定によって、10%DMSO 水溶液中、5 °C の条件下で、光励起後に、3450 G 付近の磁場領域において発光(E)/吸収(A)の分極パターンが観測できた。この結果は、反応中間体としてラジカルペアが生成しており、1重項状態を前駆体とするタンパク質と同じ反応経路を辿っていることを示唆する、すなわち、モデル系の構築に成功したと考えられる。現状でも比較的長寿命であるが、さらに、生体系で電子移動及びプロトン移動反応に関与すると報告されているアミノ酸(トリプトファン3連体、チロシン、アスパラギン)の精密配置が可能である。また、DNA 構造については、合成が困難な状況ではあるが、上述の知見からポジティブな結果が期待できるため、検討を続ける予定である。本研究の今後のアプローチにより、構造-磁気センシング機能の相関を明らかできれば、生体内での磁気受容機能における新たな基礎的知見、微弱磁場を利用できる材料の開発に繋がると考える。</p>					
キーワード FA	ラジカルペア	微弱磁場センシング	クリプトクロム・モデル	フラビン	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

Many animals and plants are known to utilize a weak magnetic field such as geomagnetic field. A strong possibility is suggested that blue-light photoreceptor protein, cryptochrome plays as one of the high-sensitive magnetic sensors, and by having such sensors in their retinas, avian birds are assumed to be able to migrate toward correct direction. The mechanism is presumed that when flavin adenine dinucleotide (FAD) in cryptochrome is irradiated with blue-light, electron transfer occurs from tryptophan, and the consequent radical pair induces the efficiency of reaction to be detectable albeit with weak magnetic field. Flavoproteins in biological systems has been reported to form singlet-born radical pair between flavin and tryptophan in a series of photochemical reactions. This study was aimed to construct a realistic artificial model system using flavin moiety as a photoreceptor, in that it follows the same reaction pathway as the biological system, i.e., the subsequent singlet-triplet transitions of a radical pair is specifically affected by a weak magnetic field. Time-resolved electron paramagnetic resonance (EPR) measurements using the duplex of tryptophan-containing peptide nucleic acid paired with flavin-containing DNA, constructed in this study revealed a polarization pattern of emission (E) / absorption (A) in the region of 3450 G after laser irradiation under the conditions of 10% DMSO aqueous solution at 5 °C. This result suggests that the radical pairs are generated as reaction intermediates and the singlet state is the precursor as well as the protein, i.e., the artificial model system was successfully constructed. The radical pairs show relatively long lifetime at present, further, it is possible to precise arrangement of amino acids (tryptophan triad, tyrosine and asparagine), which has been reported to be involved in electron and proton transfer reaction in biological systems. Based on the above-mentioned findings, positive results can be expected for DNA system and the study is in progress, although the synthesis is difficult. By the future approach of this study, it is expected to clarify the correlation between the structure-magnetic sensing function, and to lead to new basic knowledge on the magnetoreceptive function in the living body and the development of materials that can utilize weak magnetic fields.