

平成20年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 14603 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 基盤研究(B) (一般) 4. 研究期間 平成20年度 ～ 平成21年度
5. 課題番号 20370062
6. 研究課題名 蛋白質機能を支えるダイナミクスの解明
7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
30150254	フリガナ カタカ, ミチオ 片岡, 幹雄	物質創成科学研究科	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
20311128	フリガナ カミホ, ヒロナリ 上久保, 裕生	物質創成科学研究科	准教授
40332770	フリガナ ヤサギ, ヨウイチ 山崎, 洋一	物質創成科学研究科	助教
	フリガナ		
	フリガナ		
	フリガナ		

9. 研究実績の概要

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

蛋白質は、極低温や低水和の条件下では機能しない。水和や熱揺らぎが蛋白質の機能に影響を与えていると考えられる。本研究では、Staphylococcal nuclease (SNase)を用い、蛋白質ダイナミクスに対する水和の効果を中性子散乱により調べた。

水和率の異なる3種類のSNase試料について、それぞれ100Kから300Kの様々な温度で中性子非弾性散乱データを測定した。すべての測定温度で、5meV以上の高エネルギー領域では、水和量の違いによる蛋白質ダイナミクスの変化は観測されなかった。高エネルギー領域のスペクトルは局在した運動に起因する。これらの運動には水和の効果が現れないことを意味する。一方、低エネルギー領域では、顕著に水和の効果が現れる。

100Kでは、すべての試料で、ボゾンピークと呼ばれる2-4meV付近のブロードなピークが観測される。ボゾンピークは蛋白質全体に広がった運動モードに起因し、蛋白質が弾性体であることを示す。水和によりボゾンピークの位置は高エネルギー側にシフトする。この結果は、水和水による水素結合が、蛋白質を硬くすることを示している。300Kでは、高水和試料のみに、強い準弾性散乱が観測されるのに対し、低水和試料は脱水和試料と同様のスペクトルを示す。この結果は、準安定構造間をジャンプする蛋白質の非調和運動を活性化するための水和量に閾値があることを示す。生理条件下では、この閾値をはるかに超えているため、機能をもたらす非調和な運動が活性化されることが保証されていることがわかった。低温では水和は蛋白質を硬くし、室温では蛋白質をやわらかくする。蛋白質動力学の調和的性質と非調和的性質に対する水和の効果が全く異なることが初めて示された。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4判縦長横書1枚)を添付すること。

10. キーワード

- (1) 動力学的転移 (2) ボゾンピーク (3) 核酸分解酵素
- (4) 中性子非弾性散乱 (5) 中性子準弾性散乱 (6) 水和水
- (7) 振動スペクトル (8) タンパク質動力学

(裏面に続く)

11. 研究発表（平成20年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（10）件

著者名	論文標題					
Yasushi Imamoto	Diverse Roles of Glycine Residues Conserved in Photoactive Yellow Proteins.					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	
Biophysical Journal	有	94	2	0	08	3620-3628

著者名	論文標題					
Yoichi Yamazaki	Role of the N-terminal region in the function of the photosynthetic bacterium transcription regulator PpsR					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	
Photochemistry and Photobiology	有	84	2	0	08	839-844

著者名	論文標題					
Masayoshi Onitsuka	Mechanism of induced folding: Both folding before binding and binding before folding can be realized in staphylococcal nuclease mutants					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	
Proteins: Structures, Functions and Bioinformatics	有	72	2	0	08	837-847

著者名	論文標題					
Yasumasa Joti	Hydration effects on low-frequency protein dynamics observed in simulated neutron scattering spectra					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	
Biophysical Journal	有	94	2	0	08	4435-4443

著者名	論文標題					
Hironari Kamikubo	The photoreaction of the photoactive yellow protein domain in the light sensor histidine kinase Ppr is influenced by the C-terminal domains					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	
Photochemistry and Photobiology	有	84	2	0	08	895-902

著者名	論文標題					
Yasushi Imamoto	Low-temperature spectroscopy of Met100Ala mutant of photoactive yellow protein					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	
Photochemistry and Photobiology	有	84	2	0	08	970-976

著者名	論文標題					
Miki Harigai	Interaction between N-terminal loop and β -scaffold of photoactive yellow protein					
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁	
Photochemistry and Photobiology	有	84	2	0	08	1031-1037

著者名	論文標題				
Hiroshi Nakagawa	Hydration affects both harmonic and anharmonic nature of protein				

	dynamics				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Biophysical Journal	有	95	2008	2916-2923	

著者名	論文標題				
Michio Inoue	Nucleotide-dependent conformational changes and assembly of the AAA ATPase SKD1/VPS4B				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Traffic	有	9	2008	2180-2189	

著者名	論文標題				
Shigeo Yamaguchi	Low barrier hydrogen bond in photoactive yellow protein				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Proceedings of the National Academy of Science of USA	有	106	2009	440-444	

〔学会発表〕計(20)件

発表者名	発表標題		
Mikio Kataoka	Effect of hydration and conformational state on protein dynamics		
学会等名	発表年月日	発表場所	
Workshop Biomolecular Dynamics and Protein-Water Interactions	2008年9月25日	ミュンヘン(ドイツ)	

発表者名	発表標題		
Mikio Kataoka	Protein Dynamics and Structure Studied by Neutron Scattering		
学会等名	発表年月日	発表場所	
Asia Science Seminar on "Frontier Science at High-Intensity Proton Accelerators"	2008年10月21日	北京(中国)	

発表者名	発表標題		
Mikio Kataoka	Effect of hydration on the glass-like transition of protein		
学会等名	発表年月日	発表場所	
Japan-France Bilateral Joint Seminar 2008 "Frontiers of Glassy Physics"	2008年11月19日	京都	

発表者名	発表標題		
Mikio Kataoka	Effect of hydration water on protein dynamics		
学会等名	発表年月日	発表場所	
150th Anniversary of Japan-France Relationship Workshop on Water & Cell Physiology	2008年11月26日	京都	

発表者名	発表標題		
Mikio Kataoka	Mechanism of Induced Folding of Staphylococcal Nuclease: Implication to Natively Unfolding Protein		
学会等名	発表年月日	発表場所	
The 6th Asian Biophysics Association (ABA) Symposium	2009年1月12日	香港(中国)	

発表者名	発表標 題	
Mikio Kataoka	Structure and photoreaction of photoactive yellow protein: Direct observation of low barrier hydrogen bond and its roles	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
ATI International Forum 2009, "Protein Structure Determination and Applications"	2009年3月9日	茨城県東海村

発表者名	発表標 題	
片岡幹雄	Staphylococcal nucleaseの誘導折り畳み機構	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第8回日本蛋白質科学会年会	2008年6月10日	東京

発表者名	発表標 題	
田所成文	核酸分解酵素におけるループの揺らぎと機能の関係	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月3日	福岡

発表者名	発表標 題	
中垣礼寧	L108が担うStaphylococcal Nucleaseの折り畳みにおける役割の解明	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月3日	福岡

発表者名	発表標 題	
澤田宏起	アラニン挿入変異がキネティクスに与える影響	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月3日	福岡

発表者名	発表標 題	
山崎洋一	Rhodobacter capsulatus由来PYPの複合体状態における分光学的特長	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月3日	福岡

発表者名	発表標 題	
上久保裕生	光センサー型ヒスチジンキナーゼPYPドメインの光反応に対するC末端ドメインの影響	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月3日	福岡

発表者名	発表標 題	
太田成人	Rc-PYPにおけるN末端部位の役割	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所

日本生物物理学会第46回年会	2008年12月3日	福岡
----------------	------------	----

発表者名	発表標 題	
山口繁生	Photoactive Yellow Protein中の2種の short hydrogen bond の直接観察	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月3日	福岡

発表者名	発表標 題	
米田知可子	Human p100のSNase様ドメインの折れ畳み能	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月4日	福岡

発表者名	発表標 題	
芝るみ	網羅的アラニン挿入変異解析法によるジヒドロ葉酸還元酵素の機能発現及び構造形成領域の抽出	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月4日	福岡

発表者名	発表標 題	
Javid Shahbaz Khan	拡散係数変化によるPYPの光反応における構造変化の起源の検討	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月4日	福岡

発表者名	発表標 題	
山田好輝	Photoactive yellow proteinの構造および機能エレメントの同定	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月4日	福岡

発表者名	発表標 題	
中川洋	蛋白質動力学転移における水和水の構造とダイナミクス	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月5日	福岡

発表者名	発表標 題	
中西勇人	光受容タンパク質AppAの分子内相互作用機構	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本生物物理学会第46回年会	2008年12月5日	福岡

【図 書】 計 (0) 件

著 者 名	出 版 社

書名		発行年	総ページ数			
		<table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				

12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

13. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

--