

様 式 Z - 7

平成 2 7 年度科学研究費助成事業 実績報告書 (研究実績報告書)

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 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 2 5 年度 ~ 平成 2 9 年度

5. 課題番号

2	5	2	8	8	0	7	7
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 ハイブリッド人工細胞膜セラソームを用いる分子通信インターフェースの構築と情報伝達

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
9 0 1 5 3 0 5 6	キクチ ジュンイチ 菊池 純一	物質創成科学研究科	教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

本研究では、生物が分子と電子の両者を情報キャリアに用いて優れた情報伝達を達成していることに鑑み、これまで我々が推進してきた分子を情報キャリアとする人工の情報処理システム、いわゆる「分子通信システム」において、分子情報と電子情報の相互変換が可能なインターフェースを人工細胞膜で構築し、高次情報伝達系を創出することを目指している。平成 2 7 年度は、以下の成果が得られた。

1. 分子受信機を装着した分子通信インターフェースの機能向上： 分子通信インターフェースを構成する人工細胞膜として、新規のセラソームを開発した。具体的には、セラソーム形成脂質の主鎖に酸解離性のアミノ酸であるアスパラギン酸あるいはリジンを組み込んだ 2 種類の脂質分子を合成し、これらが構造安定性に優れたセラソームを形成すること、水中の pH 変化に応答して分子認識能を制御できることを明らかにした。さらに、レドックス分子としての亜鉛ポルフィリンや疎水性ビタミン B12 誘導体を組織化したセラソームを電極上に固定化した分子通信インターフェースを作製し、分子情報を識別して電子情報に効率よく変換できることを示した。

2. 分子送信機から分子受信機への分子カプセルによる情報伝搬： 人工細胞膜を用いて分子送信機から分子受信機への分子カプセル伝搬を達成するために必要な、人工細胞膜の分裂と融合を制御する機能因子を探索した。その結果、非二分子膜形成脂質が関与する膜の分裂と融合には、膜の相転移ならびに相分離挙動が深く関与していることが示唆された。また、分子カプセルとしてのセラソームをガラス基板上に固定化した分子通信インターフェースを用いることで、DNA の分子情報を分子受信機としての神経細胞に効率よく伝搬させて、遺伝子情報の復号化を行ってタンパク質を発現させる分子通信システムを構築した。

10. キーワード

(1) 人工細胞膜 (2) セラソーム (3) 分子通信 (4) 情報伝達

(5) 分子認識 (6) (7) (8)

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

平成27年度に計画していた、分子受信機を装着した分子通信インターフェースの機能向上に関しては、分子受信機を構成する人工細胞膜としての新規セラソームを開発し、それを用いて作製した分子通信インターフェースが分子情報から電子情報への変換を選択的かつ効率的に行えることを明らかにした。さらに、分子送信機と分子受信機間の分子カプセルによる分子情報伝搬に関しても、セラソームを分子カプセルに用いることで、遺伝子情報を分子受信機としての神経細胞へ高効率で伝搬できることを示した。以上のことから、本研究はおおむね順調に進展していると判断される。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

平成28年度は、基本的には当初計画に従い、以下の2つの観点から研究を推進する。

1. 分子受信機を装着した分子通信インターフェースのさらなる機能向上と情報伝達
分子受信機を構成するセラソームと機能性レドックス分子の組み合わせを種々変化させて、分子情報と電子情報の相互変換を選択的かつ高効率で行える分子通信インターフェースの創出に関する検討をさらに推進する。具体的には、機能性レドックス分子として鉄ポルフィリンあるいはビタミンB2を共同因子にもつ酵素タンパク質や、疎水性ビタミンB12誘導体等の人工酵素を用いる。これらのレドックス分子を、様々なセラソームに非共有結合的相互作用によって自己集積化したハイブリッドセラソームを作製し、それらを電極上に固定化した分子通信インターフェースについて、分子認識を反映した電気化学的触媒挙動の検討から分子/電子情報変換機能を評価する。

2. 分子送信機を装着した分子通信インターフェースの作製と情報伝達

分子送信機としてのハイブリッドセラソームを電極上に固定化した分子通信インターフェースを作製し、分子情報の送信機能ならびに伝搬機能を評価する。具体的には、人工細胞膜の分子認識能が電気化学的に変化するハイブリッドセラソームを新たに開発し、入力される電子情報に依存して、分子送信機からの分子カプセルの発信制御が可能な分子通信インターフェースの創出を目指す。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

今年度の研究は、当初計画に沿って順調に成果をあげることができたが、経費使用にあたっては、現有の消耗品等を有効に活用することで節約を行い、基金分については未使用額を次年度以降の研究経費に使用できるよう工夫した。

(使用計画)

本研究は3年目が終了したが、今後2年間継続する研究であるので、基金分の未使用経費は、次年度以降の研究成果をさらに拡張するための新たな物品購入や、研究成果を広く世界に発信するための旅費等に充てる計画である。

(課題番号： 25288077)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(2 / 7)

13. 研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(3)件/うち査読付論文 計(2)件/うち国際共著論文 計(2)件/うちオープンアクセス 計(0)件

著者名		論文標題				
K. Tahara, M. Tsukui, T. Maeno, N. Inagaki, and J. Kikuchi		Efficient Solid-Phase Gene Delivery Mediated by Cerasome: Effect of Reverse Procedure on Transfection Performances in Comparison with Solution-Based Method				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chem. Lett.	有	44	2 0 1 5	1643-1645	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1246/cl.150777						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著者名		論文標題				
Y. Qiao, K. Tahara, Q. Zhang, X.-M. Song, and J. Kikuchi		Cerasomes: Soft Interface for Redox Enzyme Electrochemical Signal Transmission				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chem. Eur. J.	有	22	2 0 1 6	1340-1348	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/chem.201504042						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著者名		論文標題				
菊池純一		人工細胞を用いる分子情報処理				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Colloid & Interface Commun.	無	40	2 0 1 5	18-19	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
なし						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

(課題番号: 25288077)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3/7)

(学会発表) 計(7)件/うち招待講演 計(0)件/うち国際学会 計(0)件

発表者名	発表標題	
山崎 拓, 菊池 純一	アスパラギン酸残基をもつセラソームの会合形態制御	
学会等名	発表年月日	発表場所
第9回バイオ関連化学シンポジウム	2015年09月10日 ~ 2015年09月12日	熊本大学(熊本県熊本市)

発表者名	発表標題	
森井卓哉, 山崎 拓, 田原圭志郎, 宋 溪明, 久枝良雄, 菊池純一	セラソーム - 疎水性ビタミンB12ナノハイブリッドの電気化学特性	
学会等名	発表年月日	発表場所
第9回有機 電子系シンポジウム	2015年11月20日 ~ 2015年11月21日	レイクサイド入鹿(愛知県犬山市)

発表者名	発表標題	
石倉有梨, Fei Hao, 田原圭志郎, 菊池純一	人工細胞の動的形態変化を制御する人工脂質のデザイン	
学会等名	発表年月日	発表場所
第9回有機 電子系シンポジウム	2015年11月20日 ~ 2015年11月21日	レイクサイド入鹿(愛知県犬山市)

発表者名	発表標題	
川中智香子, 山崎 拓, 菊池純一	酸解離性のアミノ酸残基を有する有機 - 無機ナノハイブリッド「セラソーム」の作製と性質	
学会等名	発表年月日	発表場所
第9回有機 電子系シンポジウム	2015年11月20日 ~ 2015年11月21日	レイクサイド入鹿(愛知県犬山市)

発表者名	発表標題	
堀内佳之, 森井卓哉, 山崎 拓, 田原圭志朗, 宋 溪明, 久枝良雄, 菊池純一	セラソーム レドックス分子ナノハイブリッドの創成	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本化学会第96春季年会	2016年03月24日 ~ 2016年03月27日	同志社大学(京都府京田辺市)

発表者名	発表標題	
石倉有梨, 堀内佳之, 山崎 拓, 安原主馬, 菊池純一	人工細胞膜のドメイン形成を制御する脂質分子のデザイン	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本化学会第96春季年会	2016年03月24日 ~ 2016年03月27日	同志社大学(京都府京田辺市)

発表者名	発表標題	
川中智香子, 山崎 拓, 菊池純一	分子通信の創出に向けたpH応答性セラソームの作製と性質	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本化学会第96春季年会	2016年03月24日 ~ 2016年03月27日	同志社大学(京都府京田辺市)

(図書) 計(0)件

著者名	出版社		
書名	発行年	総ページ数	

14. 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
				出願年月日	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

(国際研究集会) 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究: 国際共同研究である

共同研究相手国	相手方研究機関			
China	Liaoning University	Peking University	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-				

17.備考

