

平成23年度科学研究費助成事業（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

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(C) 4. 研究期間 平成22年度～平成24年度
5. 課題番号

2	2	5	0	0	2	7	9
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 神経形態の定量数理モデル

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
50324968	サクムラ ヨウイチ 作村 諭一	バイオサイエンス研究科	特任准教授

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

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。

昨年度に完成した神経極性形成の定量数理モデルのプロトタイプについて、2つの側面から検証と解析を行った。まず、細胞が生成する力を推定するために、共同研究者の稲垣(奈良先端大)が観測した実験画像の解析を行った。生物実験では、微小なビーズが埋め込まれた培地を用いており、細胞が培地に力を加えるとビーズの位置が変化する。このようなタイムラプス画像が大量にあり、それからビーズの変移を計算機でハイスループット処理するためのアルゴリズム開発を行った。これにより、細胞がどの部分でどれだけの力を発生しているか、培養環境によってどのように変化するか計測することができる。一方で、神経極性の定量数理モデルを用いて、神経発達中における確率性の意義についてモンテカルロシミュレーションを行った。一般的に不規則性は生物にとって相応しくないと考えられているが、神経発達においては、不規則性が極性形成において重要である可能性を見出した。以上の結果はそれぞれ論文投稿中である。

細胞内のRhoファミリー低分子量Gタンパク質(Cdc42/Rac1/RhoA)の活性分布データと細胞運動に関する定量数理モデルの構築を行った。生体分子を中心とした細胞運動の数理モデルは、そのほとんどが分子活性と実際の細胞の動きの間に物理的制約を入れていない。本研究では、分子活性から力学過程を経て細胞形状の変化に至るモデルを立て、実験データ、すなわちCdc42/Rac1/RhoAそれぞれの分子活性度と実際の形状変化に関する数値を導入した。それにより得られる定量数理モデルは、実験データの再現性のある程度表現可能であることが分かった。現在、モデルの微調整と導入した仮定の検証を行っている。

10. キーワード

- (1) システム生物学 (2) 生物形態 (3) 数理生物
- (4) 統計解析 (6) (7) (8)

11. 現在までの達成度

下欄には、交付申請書に記載した「研究の目的」の達成度について、以下の区分により自己点検による評価を行い、その理由を簡潔に記述すること。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。
 <区分>①当初の計画以上に進展している。 ②おおむね順調に進展している。 ③やや遅れている。 ④遅れている。

(区分) ②おおむね順調に進展している。
(理由) 神経極性については新たに得られた結果を論文投稿段階まで進めており、Rho ファミリー分子と神経形態に関する研究では、昨年度のデータ解析から定量数理モデル構築まで大きく進歩した。

12. 今後の研究の推進方策

本研究課題の今後の推進方策について簡潔に記述すること。研究計画の変更あるいは研究を遂行する上での問題点があれば、その対応策なども記述すること。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。

神経極性については、投稿済みの2本の論文を採択段階まで進めるとともに、ビーズの変移データから力の推定アルゴリズムを完成させる。また、得られた力のデータを現在の定量数理モデルに適用し、モデルの完成度を高める。Rho ファミリー分子と神経形態については、定量数理モデルを完成させるとともに、論文投稿を行う。Rho ファミリー分子は力の生成とも関係するため、これらの統合モデルについて構築を開始する。

13. 研究発表 (平成23年度の研究成果)

※ 「13. 研究発表」欄及び「14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況」欄において記入欄が不足する場合には、適宜記入欄を挿入し、それによりページ数が増加した場合は、左端を糊付けすること。

〔雑誌論文〕 計 (1) 件 うち査読付論文 計 (1) 件

著者名	論文標題				
Inagaki N, Toriyama M, Sakumura Y	Systems Biology of Symmetry-Breaking during Neuronal Polarity Formation				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
Dev. Neurobiol.	有	71	2011	584-593	
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)					
10.1002/dneu.20837					

著者名	論文標題				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
	無				
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)					

著者名	論文標題				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	
掲載論文の DOI (デジタルオブジェクト識別子)					

〔学会発表〕計（ 3 ）件 うち招待講演 計（ 0 ）件

発表者名	発表標 題		
Sakumura Y, Inagaki N.	Neural polarization by an economizing system in neurite elongation		
学会等名	発表年月日	発表場 所	
EMBO Conference Series on Systems Dynamics of Intracellular Communication (SPATIAL 2011)	2011年5月16日	スイス・エンゲルベルク	

発表者名	発表標 題		
Sakumura Y.	Simulation Analysis of the Network of the Stochastic Spike Generation Model Imitating the Hodgkin-Huxley Neuron,		
学会等名	発表年月日	発表場 所	
International Conference on Modeling and Simulation Technology (JSST2011)	2011年10月23日	東海大学	

発表者名	発表標 題		
田中大河, 中村岳史, 池田和司, 作村諭一	力学過程を介した細胞形態制御の定量数理モデル		
学会等名	発表年月日	発表場 所	
電子情報通信学会総合大会	2012年3月20日	岡山大学	

〔図 書〕 計（ 1 ）件

著者名	出版 社			
Sakumura Y, Inagaki N	Quantitative Modeling of Neuronal Polarization			
書 名	発行年	総ページ数		
IGI global Developmental Process Phase 1	2 0 1 2	In press		

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. 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。

--