

様式 C - 7 - 1

令和2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）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	助教		
	氏名	福嶋 誠		

1. 研究種目名 新学術領域研究（研究領域提案型） 2. 課題番号 20H05066

3. 研究課題名 巨視的脳構造結合を介した脳情報通信のシミュレーション解析と種間比較

4. 研究期間 令和2年度～令和3年度 5. 領域番号・区分 4905 公募研究

6. 研究実績の概要

今年度は、脳内の情報はどのような経路選択戦略に基づいて領野レベルの巨視的脳構造ネットワーク上を進んでいくと考えることが妥当であるのかを、離散事象シミュレーションモデルを用いたシミュレーション解析を通して検証した。各経路選択戦略の脳情報通信モデルとしての妥当性については、ネットワーク上におけるパケット情報通信への適性の有無を基準に評価した。より具体的には、ある経路選択戦略のもとで、情報を分割して送受信する「パケットスイッチング」の方式での情報伝達に要する時間が、情報をひとまとめにして送受信する「メッセージスイッチング」の方式での情報伝達に要する時間よりも短くなったときに、当該経路選択戦略がパケット情報通信への適性をもち、脳情報通信モデルとして妥当なモデルであるとみなした。本評価基準は、脳内の情報はバースト状の細かいスパイク列を通してやりとりされており、そのようなパケットベースの情報通信に適した経路選択戦略が実際の脳情報通信にも反映されているのではないかとこの仮説に基づいている。シミュレーション解析の結果、これまでの脳情報通信モデリングでよく用いられてきた単純なランダムウォークモデルや最短経路選択モデルにはパケット情報通信への適性がみとめられなかったのに対し、ランダムウォークモデルの拡張版であるインフォームド・ランダムウォークモデルやバイアスド・ランダムウォークモデルにはパケット情報通信への適性がみとめられることが示された。これらのモデルは単純なランダムウォークモデルや最短経路選択モデルとは異なり、両者とも互いにトレードオフの関係にある通信時間と情報コスト効率性の両面で優れた経路選択戦略であり、本結果はこのような性質をもつ経路選択戦略が脳情報通信モデリングにとって有用であることを示唆している。

7. キーワード

脳構造ネットワーク コネクトーム 離散事象シミュレーション パケット情報通信 経路選択戦略

8. 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
脳情報通信のモデリングにおいて仮定することが妥当な経路選択戦略を明らかにするためのシミュレーション解析を、当初予定していた通りに実行できたため。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

今後は、今年度までに得られた知見を原著論文としてまとめることに加えて、得られた知見の種間比較（ヒト・マカクザル間の比較）にも取り組む。

10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著論文 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Makoto Fukushima, Olaf Sporns	4. 巻 3
2. 論文標題 Structural determinants of dynamic fluctuations between segregation and integration on the human connectome	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 606
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s42003-020-01331-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 福嶋 誠
2. 発表標題 脳結合データのネットワーク分析
3. 学会等名 第4回ヒト脳イメージング研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福嶋 誠・ライブニツ 賢治
2. 発表標題 マクロスケールコネクトーム上における脳情報通信の経路選択モデル
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Makoto Fukushima, Kenji Leibnitz
2. 発表標題 Exploring the brain's routing strategies by simulating packet-based communication on the connectome
3. 学会等名 26th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福嶋 誠・ライプニッツ 賢治
2. 発表標題 脳ネットワーク上におけるパケット通信の離散事象シミュレーション
3. 学会等名 第64回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

1.1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件／うち取得0件）

1.2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1.3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	インディアナ大学	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

【研究代表者・所属研究機関控】

日本学術振興会に紙媒体で提出する必要はありません。

2 版

1 4 . 備考

個人webページ

<https://sites.google.com/site/mfukushimawebjp>