

B-65

粘菌の走化性における情報統合プロセスとその自己言及的構造(2)

○島田真之,伊藤恭紹,三宅美博
金沢工大(情報工学)

1. はじめに

第一部での情報統合プロセスは2つの化学刺激の場合に限定されていたが、本研究では3ヶ所同時に化学刺激を与え自由度を増やした状況下での情報統合プロセスを調べる。

2. 実験方法

2.1 刺激条件

図1に示すように、中心から3方向に枝を伸ばした形態の粘菌変形体を無栄養寒天シート上に約1時間放置した後、3つの端点に20mM、5mM、0.5mMのガラクトース(誘引刺激)を含む寒天を接触させる。

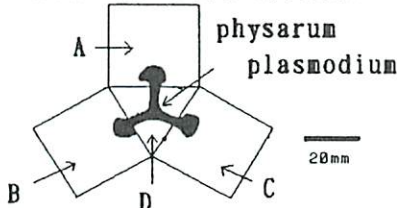


図1 Stimulation condition

- A:20mMガラクトース
- B:5mMガラクトース
- C:0.5mMガラクトース
- D:無刺激

2.2 解析方法

第一部と同様な方法で各3領域の原形質厚さ振動と原形質分布率を計測した。前者よりコヒーレンスを計算し、後者より粘菌の行動を評価した。ただしコヒーレンスは図中の式に従って計算した。

3. 結果

グラフから明らかなように、第一部と同様な4Stageのサイクルがみられた。

StageAでは、環境情報が受容されコヒーレンスの生成とともに、一番条件の悪い枝領域が減少している。StageBでは、行動して形態が変化したことによって、コヒーレンスが崩壊を始める。StageCでは、コヒーレンスが崩壊したため、行動が止んでいる。このときの形態が新しく生成された拘束条件になり、StageDにおいて、この新しい拘束条件のもと環境情報を受容し、コヒーレンスが再び生成されてゆく。この後再びStageAへとつながってゆく。

4. 考察

本研究でコヒーレンスの生成-崩壊と行動との関係に注目したところ、以下の二つのプロセスから構成される粘菌と環境の間での情報循環が重要であることが示唆された。

(1)コヒーレンス生成としての情報統合の結果、発現する行動を通して粘菌と環境の相互依存関係が規定され、それが粘菌の形態として保存される。

(2)その形態は、次の情報統合プロセスへの拘束条件として、情報が意味的に統合されるように循環的に働きかける。

これらの結果は、粘菌は環境との間で行動を介した相互作用をすることにより、形態としての拘束条件を自己生成するという自己言及的制御構造を持つことを示唆している。このようなプロセスを経るため、予測できない環境のもとでも、情報が意味的に統合されると予想される。

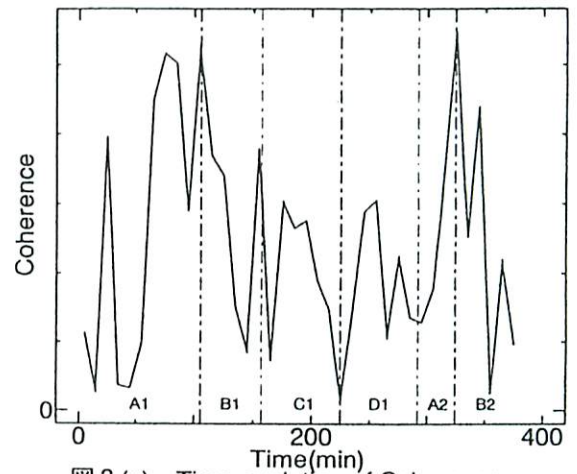


図2(a) Time evolution of Coherence

$$\text{Coherence} = |R_{20} \cdot X_{20} - R_5 \cdot X_5| + |R_5 \cdot X_5 - R_{0.5} \cdot X_{0.5}| + |R_{0.5} \cdot X_{0.5} - R_{20} \cdot X_{20}|$$

R:各枝領域における原形質の全体に対する分布率
X:各枝領域における原形質厚さ振動の中央に対する位相勾配

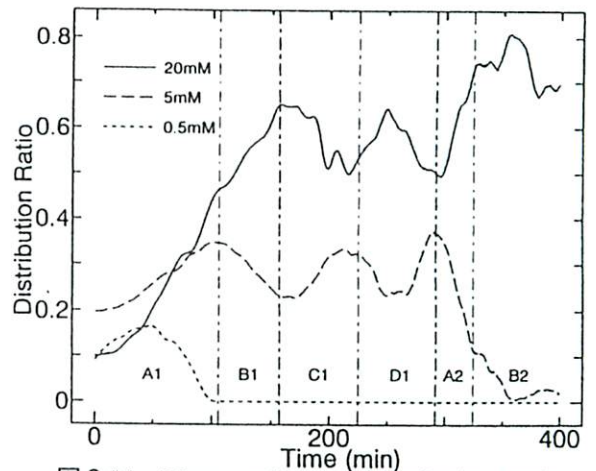


図2(b) Time evolution of Distribution Ratio

Distribution Ratio: 各枝領域における原形質の全体に対する分布率