

○夏目季代久、*三宅美博、矢野雅文、清水博（東大・薬、*金沢工大・情報）

〔序〕真性粘菌変形体は移動能を有し、また脳、神経系を持たないにもかかわらず、局所的化学刺激を統合し個体として協調的に応答する。昨年度、我々は、その情報統合過程において変形体内Ca²⁺濃度勾配が情報処理の結果としての協調的な行動発現及びその行動方向の維持に関与することを報告した。一方、上記過程において振動現象も重要であり我々は内、外質2階層の分散振動子系による統合メカニズムを考えた。それによると局所的な誘引化学刺激を与えた時、刺激部位での周期変化は内質振動子の引き込みにより非刺激部位に伝えられる。その振動子の実体はミトコンドリアと考えているが、それはまた細胞内Ca²⁺振動子としても知られている。昨年報告の上記濃度勾配は濃度振動も伴っていた。そこで今回はCa²⁺濃度振動へのミトコンドリアの関与を調べた。また局所的誘引刺激によりCa²⁺振動の周期変化が観察されたので報告する。

〔嫌氣的条件下でのCa²⁺濃度振動の変化〕細胞内Ca²⁺濃度パターンを好氣的条件下、及び加湿室素条件下で測定した。パターンの測定は昨年同様fura-2を用いた。その結果、好氣的条件下Ca²⁺濃度振

動の周期は1~2分であったが嫌氣的条件下では、その40~86%伸びた。この結果は以前、張力振動等で得られた結果と一致していた。

〔局所的誘引刺激によるCa²⁺振動の周期変化〕昨年同様、局所的誘引化学刺激によって変形体の進行方向を反転させた時の刺激、非刺激部位でのCa²⁺濃度変化を各々観察した。その結果、誘引刺激によって刺激部位で約30%の周期減少がみられたが、それは刺激直後2分後には非刺激部位に伝わっていた。

〔考察〕嫌氣的条件下により呼吸鎖は阻害されるのでintactでのCa²⁺濃度振動はミトコンドリアが関与していると考えられる。また今回得られた濃度振動の結果と昨年報告とをあわせて考えると次のようになる。変形体の進行方向後部へ局所的誘引刺激すると刺激した部位での振動の周期変化が非刺激部位に伝わる。その後、刺激前とは逆転した濃度勾配が生成し個体全体の行動が反転する。この時、振動変化の伝播により濃度勾配が生成される可能性が推察されるので、この点を現在検討中である。

階層的な振動子系における情報処理

○三宅美博（金沢工大・情報）
山口陽子、矢野雅文、清水博（東大・薬）

〔序〕真性粘菌変形体は活発な走化性を有し、その一部分に加えられた刺激に対しても個体全体として協調的に応答する。我々はこの背景として、内質(EN)と外質(EC)が構成する階層的な振動子系において相互引込みを通して形成される位相勾配が重要であることを実験的に示唆してきた。本研究ではシミュレーションにより、どのような位相パターンがどのような情報を担うかを調べ、情報処理メカニズムの詳細な検討を試みた。

〔モデル〕これまでの実験的知見から、広域的なENシステムと局所的なECサブシステム群からなる非線形振動子の階層的結合モデルを考えた。変形体のリズムを近似する適当な非線形振動が現状ではない為、極限的な2例、一方は正弦波に近いvan der Pol(VDP)、他方は弛緩振動のBonhoeffer-van der Pol(BVP)を用いた。このとき刺激は最端のECサブシステムの周期変化としてコードし、誘引・忌避刺激に周期減少・増加を対応させその強度は変化幅とした。このような条件下、振動の時空間パターンは実験結果に定性的に一致したので、定常状態でのEC内部、EN-EC間の位相勾配ベクトルとしてサブシステム毎にデコードし、刺激との関係を調べた。

〔結果〕
1) VDPの場合
① EC内部<位相勾配の方向>入力周期の減少・増加で刺

激方向の位相進み・遅れに対応した。<位相勾配の大きさ>系のサイズによらず、刺激からの距離を系のサイズで規格化した値と直線的関係にあった。

② EN-EC間<方向>周期の減少・増加でEN方向の位相進み・遅れに対応した。<大きさ>刺激との距離によらず一定の値をとり、系のサイズに反比例した。①②共に周期の変化幅にも比例した。

2) BVPの場合

① EC内部<方向>入力周期の減少時のみ変化し刺激方向の位相進み。<大きさ>刺激との距離、系のサイズに依らず一定の値をとり、周期の減少幅にのみ比例した。

② EN-EC間<方向>方向がEN側である以外は①と同様。<大きさ>①と同様。

〔考察〕情報処理メカニズムとして、非線形振動子間での相互引込み及びその結果生成する位相勾配が極めて重要な役割を担っていることがモデル上でも確認された。

VDPの場合、入力周期の変化幅さえ既知であれば、各サブシステム毎に刺激との相対的位置関係や刺激の種類が観測される。BVPの場合、周期が減少した時のみ、各部分で刺激の方向や周期の変化幅が観測される。また、刺激直後BVP的に周期変化幅を観測し、その後VDP的に変化すればVDPにおける上記の制限もなくなる。このように、変形体の各部分はどのような刺激とどのような位置関係あるかを知ることが出来るので個体全体として協調的に行動出来ると予想される。なお、変形体のリズムがVDPのかBVPのか又は機能的に両方の側面が必要かは今後の実験でさらに検討して行きたい。

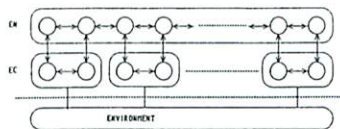


Fig. 2-Layer Model for Information Processing in Chemotaxis of *Physarum polycephalum*. EN: endoplasmic system; EC: ectoplasmic sub-system; O: non-linear oscillator; ↔: spatial interaction.