

村瀬 雅俊 (Masatoshi Murase)

(1) 研究内容

1. 生体運動の自己組織化現象を、筋肉や鞭毛・繊毛に代表される運動システムにおいて研究した。その成果の1つとして、定常的な運動が形成されたかに見えた後に、その運動モードが全く異なる運動モードに置き換わる現象を理論的に予見した。この種の非定常運動が発生する原因は、2種類の異なる相互作用が、鞭毛内部に共存するために、フラストレーションが常にシステム内部に発生し、定常的な運動パターンに落ち着くことが阻害されているためである。その後、さまざまな生理実験がなされた結果、このように運動モードが1つの固定的なパターンに落ち着かず、自律的に運動モードを変更している鞭毛が実際に存在することが、海外の実験グループによって明らかにされた。こうした時・空カオスに代表される非定常的な運動は、多様に変化する環境に、生物が速やかに適応するための機能として注目されている。この一連の理論と実験の相補的な研究成果は、カリフォルニア大学での大学院講義で紹介する(渡航-[1])とともに、英文単行書としてワイリー社より出版した(著書-[2])。
2. 上で述べたような生体運動の自己組織化現象の問題では、時間と空間のスケールが単一であるために、この単一な時間・空間スケールにおいて、運動モードが自律的に変わる現象しか観察されなかった。それでは、全体システムが自律的な部分システムの複雑なネットワークとして表現される場合(システムの動力学がシステムを書き換えてしまうような自己言及システムのような場合)、どのような現象が見られるのであろうか。この場合、多重な時間・空間スケールが存在するために、1つの時間・空間スケールにおけるフラストレーションが生じると、カスケード的に異なる時間・空間スケールにそのフラストレーションが伝播していく可能性が予測できる。その場合、単一の時間・空間スケールにおいて見られる生体運動の自己組織化現象とは異なり、多重な時間・空間スケールにおける自己組織過程と自己崩壊過程がクローズアップされてくる。具体的な問題として、生物システムは、異なる時間・空間スケールにおいて同時に展開される多様な構造と機能の生成・消滅過程として捉えることができる。細胞レベルでは、1つの受精卵が細胞の分裂・分化を繰り返しながら正常な個体を形成していく発生過程がある。一方、個体レベルでは、増殖過程における突然変異や遺伝的組み替えによって、多様な個体からなる集団が形成される。どちらの場合においても、それぞれの“場”に適応した細胞や個体は選択され、それ以外は淘汰されていく。このように考えると、多様性の生成・消滅過程の入れ子状態という観点からのアプローチが非常に重要となる。こうした視点をもとに、がん細胞の発生やアルツハイマー病の病理を細胞および分子レベルの進化として捉えた上で、それらのサブシステムの進化を個体の老化という文脈から考察した(Invited Paper-論文[6])。その成果は、海外では、(渡航-[4])という形で注目された。
3. これまで、物理システムや化学システムなどの無生物システムで展開されてきた構造や秩序の自己組織化現象では、システムの構成要素が均一であったり、境界条件が固定しているといった特殊な場合についてのみ行われてきた。また、構造や秩序の形成過程のみがクローズアップされる傾向にあった。これに対し、生物システムを対象とする本研究の場合、先に指摘したような多様な時間・空間スケールを持つために、構成要素は不均一であり、さらに境界条件が変動するばかりでなく、境界そのものの定義が問題になってくる。また、ある時間スケールでは機能の自己組織過程が見られても、別の時間スケールでは自己崩壊過程につながることも予想される。もしそうであれば、自己崩壊過程の法則性も捉えられると考えられる。このような観点は、これまでの自己組織論の観点とは全く異なる。その内容は、自己・非自己循環理論としてまとめた上で、邦文単行書(著書-[5])として、京都大学学術出版会より出版した。その反響から、(研究会(4)-2)が開催され、さらにその研究会の成果(著書-[6])が出版された。

(2) 論文リスト

1. M. Murase
Excitable dynein model with multiple active sites for large-amplitude oscillations and bend propagation
J. Theor. Biol. **149** (1991) 181-202.
2. M. Murase and M. Matsuo
Mathematical Modeling for the aging process: normal, abnormal and self-terminating phenomena in spatio-temporal organization
Mech. Aging Devel. **60** (1991) 99-112.
3. M. Murase
Hyperoscillations of dynein cross-bridge systems
J. Theor. Biol. **154** (1992) 27-33.
4. M. Murase
Mechanical approach toward flagellar motility
Contemporary Mathematics **141** (1993) 103-121.
5. M. Murase
Nonlinear Waves in Flagella
京都大学数理解析研究所講究録 **827** (1993) 112-133.
6. M. Murase
Alzheimer's Disease as Subcellular 'Cancer' - The Scale Invariant Principles Underlying the Mechanism of Aging -
Prog. Theor. Phys. **95** (1996) 1-36. (Invited Paper)

解説

1. 村瀬 雅俊
「真核生物の鞭毛・繊毛における非線形現象の数理」
日本物理学会誌 **48** (1993) 949-957.
2. 村瀬 雅俊
「生命過程における“完全なる不完全性原理”の探求」
数理科学 **368** (1994) 44-47.
3. 村瀬 雅俊
「興奮・振動モデル —神経興奮現象と筋収縮現象に焦点をあてて—」
日本生物物理学会誌 **34** (1994).
4. 村瀬 雅俊
「生命記述への挑戦：アルツハイマー病と老化現象の解明に向けて」
物性研究 Vol.71 No.6, 986-997 (1999).
5. 村瀬 雅俊
「『歴史としての生命 —自己・非自己循環理論の構築—』への誘い」
物性研究 Vol.73 No. 6, 1012-1024 (2000).

著書

1. M. Murase
Fluctuations in Cellular Motility. Noise in Physical Systems and 1/f Fluctuations
Edited by T. Musha, S. Sato and M. Yamamoto. Ohmsha 1991. pp673-676.
2. M. Murase
Dynamics of Cellular Motility
Wiley (1992).
3. M. Murase
Complex Dynamics of Flagella 1991 Lectures in Complex Systems, SFI Studies in the
Sciences of Complexity
Edited by L. Nadel and D. Stein. Addison-Wesley 1992.
4. M. Murase
Complex Dynamical Behaviors in Cilia and Flagella: Motility and Mechanosensitivity
Edited by T. Musha and Y. Sawada. Ohmsha 1994. pp107-122.
5. 村瀬 雅俊
「歴史としての生命 —自己・非自己循環理論の構築—」
京都大学学術出版会 (2000).
6. 村瀬 雅俊
「こころの老化としての分裂病 —創造性と破壊性の起源と進化—」
講座・生命、監修：中村雄二郎、木村 敏 (2001).

(3) 渡航、国際会議出席、国際共同研究などの記録

1. Visiting Associate Professor, University of California, Department of Mathematics & Institute of Theoretical Dynamics, 1990-1991.
(数学基礎および数理生物学の大学院講義担当)
2. Invited Speaker. Masatoshi Murase, "Nonlinear Dynamical Phenomena in Cellular Motility".
Workshop on Mathematical Physiology at Mathematical Sciences Research Institute, Berkeley, U.S.A. July 20-Aug. 7, 1992.
3. Invited Speaker and Program Committee, Masatoshi Murase, "Complex Dynamics in Flagella"
First East Asian Symposium on Biophysics. Harima Science Garden City, Hyogo, Japan, May 16-20, 1994.

(4) その他 (研究会の開催)

1. 京都大学基礎物理学研究所 研究会
 - 1992年11月18日-20日
生物システムにおける機能の自己組織過程と自己崩壊過程
 - 1993年11月24日-26日
生物システムにおける「認識」機能の自己組織過程と自己崩壊過程
 - 1994年8月29日-31日
生命社会における「完全なる不完全性原理」の探求
 - 1994年11月16日-18日
生命現象のパラドックス —自己組織過程と自己崩壊過程の接点を探る—
2. 京都大学総合博物館研究会
 - 2000年12月7日-8日
人間とは何か —創造性と破壊性の起源を探る—