

「ダイナミック適応重力場」から生物原理を探る

東大 ○跡見順子¹, 桜井隆史¹, 長尾恭光², 小黒麻美¹, 山下雅道³

Biological principle based on dynamic adaptation on the earth

Yoriko Atomi, Takashi Sakurai, Yasumitsu Nagao, Asami Oguro, and Masamichi Yamashita

¹ The University of Tokyo, Dept. of Life Science, Komaba, Meguro-ku, Tokyo, Japan 153-8902

E-mail: atomi@idaten.c.u-tokyo.ac.jp

² JAXA

E-mail: yamashita@surc.isas.jaxa.jp

Abstract: Recent vast progress of analytical science, especially molecular and cellular biology produces new problem in our human society. Scientific researchers as well as general people cannot think totally about our own existence, especially in biological aspect. We human beings are included in Homo Sapiens, one of biological organism evolved on the earth. In our working group, essentiality of life system will be discussed from tensile structure-related dynamics evolved on the earth under the gravity. Space Utilization should be applied for us to understand two aspects of dynamic property of life at both levels of cell and human.

Key words: Space Utilization, Human Biology, Cytoskeleton, Molecular Chaperone

1. 研究構想

本WGは平成16年度選定WGヒトにいたる地球上生命(動物)の進化と「ヒトの生物学」研究班一分子・細胞から個体までを「運動と適応」でつなぐ宇宙利用基盤研究一から派生し、「ダイナミック適応重力場」と生物原理を探る宇宙利用基盤研究に特化したものである。宇宙環境利用研究の成果を人間の生存原理考察に向けるとともに、重力を対象化し、自己を対象化するために宇宙環境利用が必須であるという視点に立つ。分子がシステムティックに機能する場としての細胞、細胞の機能依存的な場としての身体及び臓器、生命が存在を継続するための場としての地球、地球を擁する宇宙と重力場という視点から人間存在と生存を考える。ダイナミックに構造化されている生命システムを無重力環境においたときの瞬時の変化を捉える実験を構築する議論にまで同時にもってゆく。落下棟や飛行機を利用した実験も計画を試みる。

(1) 目的

ヒトにいたる生命の構成基盤を、重力及び宇宙環境因子との関係性から研究し、ヒトの生物学的位置づけを明らかにする。さらにその観点から人類の生存や個人の幸せを希求する戦略を提示する。そのために、下記の三つの生命システムに焦点をあて、重力を中心とした環境因子に対する適応能力を明らかにする。

三つの生命システム

1. 運動応答システム(張力発揮システム),
2. 知覚のダイナミクスシステム(とくに物理的刺激・機械的刺激:熱、流れ、引っ張り、振動などのメカニカル刺激エネルギー依存性非平衡維持チャンネルタンパク質による電圧勾配の電流の生成システム、各種受容体によるシグナル伝達システム:脳内場との関連),

3. 生命の時間継続性戦略(構造の時間維持)

以上の3つの生命が採用した基本機能分子システムを、「非平衡開放系細胞システム原理」と対峙させつつ議論し、問題の解決策、研究方法の見直しを行う。入れ子システムを構成している構造場にとくに注目する。具体的な対象は、脳神経系、筋骨格系、心血管系、生殖系である。

地球上生命システムの中でも重力対応システムは、生命の基本単位である‘細胞’の基幹‘構成’システム(細胞外マトリクス、細胞膜、細胞骨格、核骨格、ミトコンドリア、DNA/染色体、アミノ酸への翻訳システム、など)そのものの中に組み込まれていると考えられる。そのため、安易に組織ごとと比較するだけでなく、組織の中における個々の細胞の役割(とくに「場」を形成するダイナミクス創成構造体)に注目する必要がある。将来的に細胞からマウスなどの個体、そしてヒトへ研究を段階的に拡張していくことは、今後日本が有人宇宙飛行計画を実行する上で必要不可欠であり、ミクロからマクロへ視点を変えていくことで、それと同時に地球の自己循環システムを再考し、自身であるヒトを含めた生命を理解することに繋がっていくと考えられる。地球温暖化などのサステナビリティ学とも連動させることができる。

これらの視点から本研究は、個体の重力場における運動が増減したとき、重力を増減したときの、運動を起こすのに必須な器官の環境及び構成する細胞の重力応答性を、環境の熱力学環境を考慮しながら、考察し、ミトコンドリア生存の場である細胞の場を構築する細胞骨格、調節因子としてのCa²⁺、遺伝子発現の場である核、細胞の場である細胞外マトリクスにターゲティングし、真核細胞・酵母からヒトにいたる「ダイナミック適応重力場」でうまれた生物原理の論理構築を図る。

(2) 内容

本 WG は真核細胞・酵母からヒトにいたる「ダイナミック適応重力場」で生まれた生物原理の論理構築を図る。宇宙利用科学が貢献することとして、人間が自分を知る」ことまでも含める。宇宙という遠い視点ではなく、宇宙環境を利用して地球生物原理を提示し、日常生活の時間と場における科学原理と連携させてゆく論理構築や実験研究までも含めることが必須である。重力場で生成した生命体である自分が、「何物」、「何者」かを知るための技術開発が必要である。

2 人間の生命科学と宇宙研究利用

「宇宙へのあこがれ」的研究から、「地球に生きるヒトを含めた生命体の構成原理を理解するための研究」へと発展させる。たとえば、下記のような人間生活の智慧を地球規模のサステナビリティ学、社会経済学的規範だけではなく、地球環境を破綻に向かわせつつある「人間の生命構成原理」から人間科学の立脚点を再構成することで、一人一人の人間の思考や行動の立脚点を提示することが可能である。そのためには、単なる生命システムの要素を解析するだけではなく、要素の関係を生み出す重力場としての細胞や「からだ」、生命時間の場としての「日常空間と場(住居や家具、移動の場としての都市空間までも含む)」のつくりとその環境を認知し、動く人間の知覚応答運動原理にまで連携させる。生命科学の要素の人間生活環境システムへの再構成化が必須である。日常が科学になっていない。

(1) 人の動作や運動の生命科学と日常における展開の視点

以下の人間の日常の生活活動の科学が提起される。

- 1) **ころを生み出すからだの使い方**: 環境応答志向性と辺縁系・アルツハイマー病を防ぐ・運動の本質を[細胞-身体-環境]運動系からみる。
- 2) **遺伝子情報と読み方**: DNAは読まなければただの情報を記述したひもにすぎない。しかし行動のみでは、論理化ができない。行動派は考えよう・思考派は行動しよう…モノ・食べ物・生き物・人工物・ものの形と地球・宇宙でろうそくの火は消える・‘宇宙人’のかたち等から動物である自身の存在、地球という宇宙場がうみだす真理を理解する。
- 3) **上手に動いて細胞を活かす**: ストレッチ・歩く・正座など生活時間を立ち居振る舞う自身の所作・活動原理まで敷衍して生活化することが必須である。時間効果が適応を生むからである。人間はすでに動物の行動性を失わせる人工環境に生きている。
- 4) **良いストレス・サイクルを廻す意味(新陳代謝は何故重要か)・らせん的サイクルの原理…学習はストレス対応から始まった・生命の維持にはエネルギー要・何故、いつ、どんな時に進化したか?**
- 5) **ころを生み出すからだの使い方と”人間に必須な運動プログラム”**: アジアの身体技法と意識・床に座る・エアロビクス・ストレッチ等のヒトへの応用。

(2) 3つの生命機能原理

人間は、多細胞生物であるため、発生分化後の個体は個体維持のための行動(運動)戦略司令塔としての中枢(脳)により、発意、運動、行動を起こし、それらを理解するために言語化する。さらに人間文化は、一人一人の生を補償すべき社会文化的規範を生み出し、その規範に則った社会ルールの下で生活している。しかし、人間の脳は、細胞生命原理から再考すると、ニューロンでさえ、生殖細胞のクローンであるともいえる生物的存在である。その生物性、動物性は、活動依存性生命原理で生きる細胞の原理であるのみならず、人間の一生の生物時間のうち、とくに生殖時間を補償する内分泌系と深く連動しており、人間の行動や活動に深く影響する因子となっている。自律性として、生命システムとして発現する。時として人間文化基準と相克を来す。科学的な立脚点を人間の文化的思考の立脚点との相互連携性を提示する必要がある。

細胞生物学及び脳科学が明らかにした生命及び人間の科学の、宇宙生物学的理解と再編基盤として以下の3点をあげたい。

1) 活動依存性の細胞システムとダイナミクス維持、その自律性と意図的ダイナミクス維持の必須性

活動依存性 ‘activity-dependent’ は、使用性 ‘use-dependent’、出力依存性 ‘output-dependent’ とも呼ばれ、神経細胞や筋細胞の応答性や細胞の生死の原理(アポトーシス原理)あるいは可塑性機構から発生した概念であるが、その基盤は、細胞の接着性原理及び社会性原理に敷衍すると考えられる。すなわち、多細胞生物のからだを構成する細胞は、単独では生存し続けることができないような連携関係基盤を構成していると考えられる。分化した細胞は、単独ではその生活環境を維持することはできないからである。

2) 細胞の内外への力学応答とタンパク質ダイナミクス、その自律性と意図的(自発的)運動によるダイナミクス維持の必須性

1)にあげた活動依存性細胞生存システム原理は、生命誕生以来構成的に持っている張力発揮タンパク質により、自律的に、そのシステムが機能するような機構を進化させてきたと考えられる。現存の最小原始生物であるバクテリアにも、細胞骨格及び張力発揮基盤としての細胞壁(多細胞生物では細胞外基質)があることが2006年12月の米国細胞生物学会シンポジウムで紹介された。細胞骨格のアクチン及びチューブリン系に機能的に類似したタンパク質をもち、きわめてダイナミックに生存システムを維持している。

3) タンパク質ホメオスタシス維持マーカーとしての分子シャペロン

上記の仮説を裏付けるのは、 α B-クリスタリンとHSP47に関する個体及び細胞の重力応答及び機械的刺激応答の研究である。 α B-クリスタリンはヒトではきわめて多い。