

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



## 研究領域名 宇宙からひも解く新たな生命制御機構の統合的理解

宇宙航空研究開発機構・有人宇宙技術部門・主幹開発員

ふるかわ さとし  
古川 聡

研究課題番号：15H05935 研究者番号：20726260

### 【本領域の目的】

今日、国際宇宙ステーションにおいて人類は半年を超える長期宇宙滞在が可能となった。月や火星への新たな有人惑星探査も次なる挑戦的課題として位置づけられ、未来を見据えた宇宙居住をテーマとする取組みが世界各国で始まっている。

宇宙の極限環境（キーワード参照）におかれたとき、生命はいったいどこまで可塑性を持つのだろうか？宇宙という非日常的な極限的ストレスは相乗的に作用するのでは？これらは宇宙で「より長く」滞在し、「より遠く」への到達をめざす上で知っておくべき課題である。

そこで本領域では、宇宙の極限環境から、生命体が有する可塑性と破綻を科学する。可塑性は外的変化に対して生命が有する適応・修復・頑強さ等による恒常性であり、破綻はその恒常性を破壊する不可逆的なダメージであって、長期宇宙滞在におけるリスクとなる。我々は宇宙の極限環境リスクとして、無重力、閉鎖環境、宇宙放射線および微生物環境リスクを重点的に取り上げる。これらの問題に学際的なチームで臨むことによって、分子・細胞レベルからヒトの高次制御まで、統合的に理解することで、これらの要素の相互の関連や複合的効果等、未知の領域に挑戦したい。

さらには、そこで得られた知見を、地上での超高齢化・高ストレス社会を克服するための方策として応用することを目指す。

### 【本領域の内容】

本領域では上記目的の達成に向けて、JAXAを含む10の大学・研究機関が中心となり、研究項目を3分類して、分子から細胞、個体レベル、また生体内での物理化学反応から精神を含めた、統合的な連携・共同研究を行う。[A01]では「重力応答の分子細胞基盤」として細胞から組織・器官のレベルを課題とする研究（細胞メカノセンシング、神経・筋・代謝、骨格筋・幹細胞維持）、[A02]では「宇宙滞在の高次恒常性への影響」として個体レベルでの応答を課題とする研究（循環調節機構、前庭系の可塑性、精神、自律神経、睡眠・覚醒、無重力および閉鎖環境）、[A03]では「宇宙放射線および微生物環境リスク」として哺乳動物のみならず植物および微生物を用いた研究（宇宙放射線の晩発・急性影響、微生物の変遷）を行う。これらを3本の柱とし、互いに有機的に連携する。

また、海外の研究者との積極的な共同研究を進め、先進研究者を招聘し、シンポジウム等を開催するとともに、若手研究者の海外派遣を積極的に進め、国際的な研究交流の活発化に寄与するグローバル拠点とする。

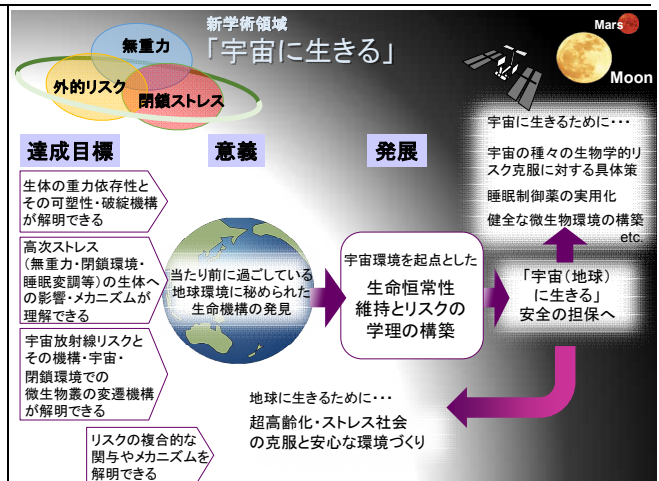


図1. 本領域の学術的達成目標・意義・発展

### 【期待される成果と意義】

本領域の宇宙からひも解く新たな生命制御機構の統合的理解は、宇宙での長期滞在中におけるリスク克服のみならず、加齢による筋萎縮や睡眠障害、メンタルストレス、放射線被害やオゾン層破壊等、今日の日本をはじめ先進国が抱える超高齢化・ストレス社会の克服と安心な環境づくりに波及することを期待する。すなわち、「宇宙に生きる」ことを科学することが、「地球に生きる」ことにつながるものと大いに期待する（図1）。

本領域により発見されるであろう「当たり前」に過ぎている地球環境に秘められた生命機構は、学術的な波及効果として、生命科学や医学のみならず哲学における「生命観」等にも影響を及ぼす知見と成り得る。何より、若者や青少年の、宇宙に対する関心を高めることにつながるであろう。

### 【キーワード】

宇宙の極限環境：宇宙での「無重力」は筋萎縮や骨密度低下に加えて宇宙酔いや循環系等の変調をもたらし、少人数で滞在する宇宙における「閉鎖環境」の精神的ストレスは自律神経/内分泌の不調や免疫力の低下等をきたし、長期宇宙滞在中における「宇宙放射線」によるDNA損傷や、「微生物環境の変化」による宇宙居住の脅威が危惧されている。

### 【研究期間と研究経費】

平成27年度～31年度  
1,172,900千円

### 【ホームページ等】

<http://www.living-in-space.jp>

[Grant - in - Aid for Scientific Research on Innovative Areas(Research in a proposed research area)]  
**Interdisciplinary Area**



**Title of Project : "LIVING IN SPACE" - Integral Understanding of life-regulation mechanism from "SPACE"**

Satoshi Furukawa  
(Japan Aerospace Exploration Agency, Head of Space Biomedical Research Group, Astronaut)

Research Project Number : 15H05935 Researcher Number : 20726260

**【Purpose of the Research Project】**

We investigate plasticity and collapse of life from extreme environment in space perspective. Plasticity is homeostasis by adaptation, restoration, resistance and resilience. Collapse is irreversible damage that destroys the homeostasis. It is a risk when staying in space for a long time. We investigate mainly three risks of extreme environment in space: zero-gravity, isolation, space radiation and microorganism. The purpose of our study is to integratedly understand the life controlling system from molecular-cell to high-levels, to comprehend the interrelation and combined effects and to challenge an unknown territory. Furthermore, we would like to apply the knowledge that we get to overcome challenges in super-aging and high-stress society.

**【Content of the Research Project】**

Our team consists of mainly eight universities and two research institutions including JAXA. We have three major research items.

In A01, molecular-cell bases of responses to gravity is investigated at cell, tissue and organ levels. The three research topics here are cell mechanosensing, nerve/muscle/metabolism and maintenance of skeletal muscles and stem cells.

In A02, effect of long duration stay in space on high-level homeostasis is handled. The five research topics here are circulatory control system, plasticity of vestibular system, autonomic nervous system, sleep-awakening, zero gravity and isolation environment.

In A03, space radiation and microorganism risk is chosen. The three research topics here are acute and late effects of space radiation, change of microorganisms.

Keeping these three pillars, our team members cooperate each other in a coordinated fashion.

We actively promote joint researches with researchers overseas, i.e., inviting advanced researchers and holding symposiums, sending young researchers abroad, and creating a global base that contributes to activation of international exchange.

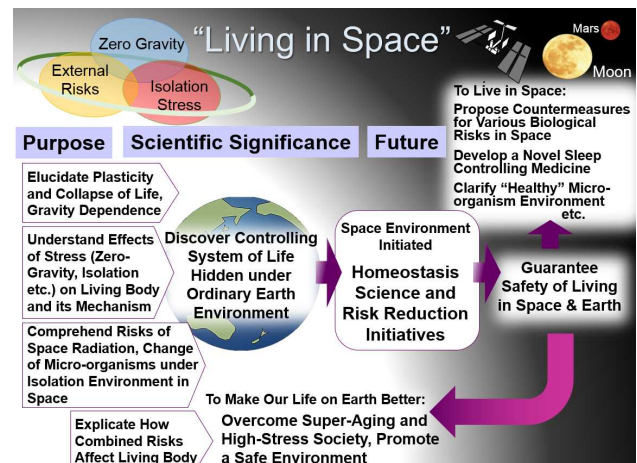


Fig. 1. Purpose, Scientific Significance and Future

**【Expected Research Achievements and Scientific Significance】**

Integrated understanding of the new controlling system of life from space point of view will enable us not only to overcome risks during long stay in space, but also to contribute to solving challenges in super-aging and high-stress society and to make our life on Earth better (Fig. 1).

Our achievements would affect philosophical view of life as well as science and medicine. Moreover, they stimulate the young's interest in space and science.

**【Key Words】**

Extreme environment in space: Zero gravity induces muscle atrophy, bone mass decrease and irregularity in the circulatory system. Psychological stress in long time isolation in space causes imbalance in autonomic nervous and endocrine systems as well as dysregulation of the immune system. "Healthy" microorganism environment and protection from space radiation are needed.

**【Term of Project】** FY2015-2019

**【Budget Allocation】** 1,172,900 Thousand Yen

**【Homepage Address and Other Contact Information】**

<http://www.living-in-space.jp>