

# 生命危機に対する知の応答と身体性

長谷川克也<sup>\*1\*2</sup>  
Katsuya Hasegawa

跡見綾<sup>\*2</sup>  
Aya Atomi

跡見友章<sup>\*3</sup>  
Tomoaki Atomi

清水美穂<sup>\*2</sup>  
Miho Shimizu

跡見順子<sup>\*2</sup>  
Yoriko Atomi

<sup>\*1</sup> 宇宙航空研究開発機構  
Japan Aerospace eXploration Agency

<sup>\*2</sup> 東京農工大学  
Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>\*3</sup> 帝京科学大学  
TEIKYO University of Science

## 1. はじめに

動物は身体や生命に危機が迫った時に生物の本能として防御反応を発生し自分の体の怪我や生命を守ろうとする行動を起こす。われわれは地球上で生存するうえで常にほぼ一定の重力下で生活するため、通常的生活環境で環境による重力低下は発生しないと思われるが、実際には移動によって発生する加速度は常に変化し実際に身体に影響する重力値は運動によって発生する加速度と重力の合力がかかっている。特に高所からの落下や転倒などでは重力方向と移動方向が同方向となり重力加速度と移動の加速度が相殺されて身体にかかる重力が急激に低下する。落下や転倒は身体に対する重大な危機であり生物は原始的な防御の応答を示す。これまで JAXA のおこなった動物への低重力実験では、重力低下の過渡期において四肢の緊張性伸長や顎関節の開放などの、いくつかの特徴的な身体応答が見られることを報告した。その研究成果に基づき本研究では、簡易式低重力発生装置を開発しラットを用いた落下実験を行い動物の急激な重力低下による過渡応答の観察を行った。本実験装置は通常重力の状態から急激に低重力環境を発生することができ、低重力実験として使用される国際宇宙ステーションや航空機実験では実現不可能な落下や転倒のシミュレーションを行うことを可能とした。

しかし、その実験結果に対し人間は落下や転倒などの急激な重力低下を感じた場合に、何かにつかまろうとつかまるための対象物がない場合でも手を握り締める、またマウスなどに見られた顎関節を開放する応答を見せず、歯を食いしばる動作を見せるなど、動物の一般的な低重力過渡応答とは異なることが知られている。

本研究では、動物の中で人間だけが重力低下に対する過渡応答が異なるのは、教育を与えることで防御応答を動物としての身体防御の行動から、知を持った人間特有のものに変化させることができると考えた。動物の応答中で人間だけが重力低下に対する応答が異なるのは、教育を与えることで防御応答を生体固有のものから、知を持った人間特有のものに変化させることができると考えた。生体の危機に対する防御応答は、生体が持つ非常に原始的な応答であるが、知が身体に与える影響は生体が持つ非常に原始的な動きを制御することが可能であり、身体教育により動物が持つ基本的な応答も変化させることができ

ると考え実験結果と人間の重力変化に対する過渡応答を比較し知の応答と身体性について考察した。

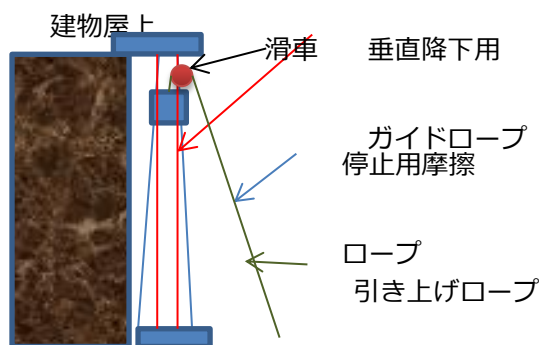
## 2. 実験

### 2.1 実験概要

本研究では 6 階建ての建物の屋上と地上の間に実験装置を設置し、1.5 秒程度の低重力を発生させることで動物の低重力に対する過渡応答を観察した。装置にマウスを乗せ下面からカメラで撮影し後肢の第2、第3の指の角度を計測した。第1図に解析の代表的な一例を示す。落下開始後、筋肉の緊張により指が開き1秒以内に最大となるが、その後応答は収束し定常状態に戻っていくことが観察される。

### 2.2 実験装置

実験装置の概要を第1図に示す。



第1図 実験装置概要

実験は屋上に設置したやぐら(第2図参照)からロープをたらし、そのロープに沿って落下ゴンドラ(第3図参照)が落下する。約1.5秒落下したところでゴンドラに制動がかかり地上1m付近で静止する。ゴンドラにはカメラが設置されて実験中のラットを録画し落下実験終了後側芽装置からメモリを取り出しオフラインで画像解析をおこなう。



第2図 屋上やぐら

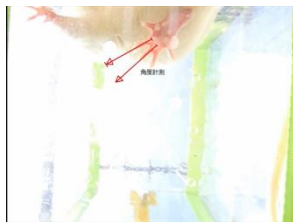


第3図 落下ゴンドラ

連絡先: 長谷川克也, 宇宙航空研究開発機構, 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1, hasegawa@keisoku.jaxa.jp

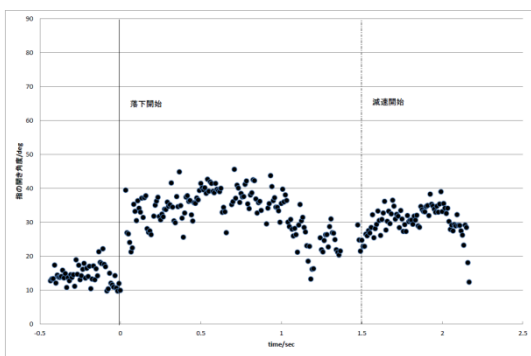
## 2.3 実験結果

実験では第4図のようなラットの下面からの映像が取得され重力変化の前後で左後肢、第2指-第3指の角度を計測する。計測結果の一例を第5図に示す。縦軸に指の開き角度、横軸に経過時間をとる。0秒で落下が始まりほぼ無重力になり、1.5秒間落下後制動がかかり2.5秒付近で停止する。



第3図 落下ゴンドラ

観察したラットの指は重力低下前は通常の状態を保っているが、0秒から急激に指が開き0.6秒付近で最大値を示しその後通常状態に戻っていく。このことから動物の低重力過渡応答は約1秒で収束することが確認された



第5図 ラットの低重力過渡応答の結果の一例

## 3. 実験解析と人間の知の身体性

### 3.1 動物の応答と人間の応答

われわれ地球上に生きる生物は、常に重力によって地上に引かれ重力環境で暮らしている。その動物にとって突然重力が抜けるということは生命にかかわり、前述のような防御応答が本能的に発生する。しかし人間の応答はこのような動物の応答とは異なり落下や転倒時には動物と異なった応答をすることが知られている。

現在ではジェットコースターやバンジージャンプなどのアトラクションで急激な重力低下を生命の危険なしに容易に体験できるが、その状況を想像するとわかるとおり、人間が実験の結果のように指や手足を伸張させ顎関節を開き舌を出すというようなことは起こらず、手を握り締め歯を食いしばることは容易に想像できる。

### 3.2 動物の応答と人間の応答

われわれ地球上に生きる生物は、常に重力によって地上に引かれ重力環境で暮らしている。その動物にとって突然重力が抜けるということは生命にかかわり、前述のような防御応答が本能的に発生する。しかし人間の応答はこのような動物の応答とは異なり落下や転倒時には動物と異なった応答をすることが知られている。

現在ではジェットコースターやバンジージャンプなどのアトラクションで急激な重力低下を生命の危険なしに容易に体験できるが、その状況を想像するとわかるとおり、人間が実験の結果のように指や手足を伸張させ顎関節を開き舌を出すというようなこと

は起こらず、手を握り締め歯を食いしばることは容易に想像できる。

### 3.3 人間の低重力応答の変化

人間の急激な低重力への身体応答は、本来備わったものではなく、生後の学習により備わる。これは乳児や幼児を「たかいたかい」した時にその乳幼児は一時的に重力から開放され無重力状態を体験しているが、その状態を観察するとラットなどの動物と同様に指を開き口を開く手足を伸張することが確認されている。また、乳児期に「ハイハイ」の期間の短い子供は、転倒時の保護伸展反応が遅れることが知られ、転倒時に手を出す動作は後天的に得られものだということが先行研究により知られている。この研究結果が示すことから転倒に対する防御応答は本能によるものから成長によって変化するとともに、身体学習の成果によって応答能力が変化することが示される。

### 3.4 知による身体性

柔道経験者などが転倒の際に自然に受身をとることで怪我を未然に防ぐことが知られている。柔道の受身は柔道という武道を安全に行うため作られた基本動作であり柔道をはじめの際に最初に学習するものである。しかし柔道自体が人間の知が作ったものであり、成長してから身体学習により獲得した行動である。本来危険回避行動は本能と考えられることが多いが、身体訓練により危険回避動作が本能から知的動作に変化していくことが可能であることが転倒に対する回避動作や柔道の受身動作の獲得などからわかる。

柔道の受身に該当する回避動作はそれぞれのスポーツにおいて特徴を持っており、スキー、スケート、ラグビー、スケートボード、バイクなど運動特性に応じた転倒に対する応答動作が学習されそれぞれのスポーツ経験者は特徴ある動作を行なう

## 4. まとめ

本研究では実験装置を試作し1.5秒程度の低重力環境を実現した。航空機実験では低重力発生前に必ず高重力が発生し転倒や落下のシミュレーションとして用いることが難しいが、本装置であれば通常重力から急激に重力低下を発生させることが可能であり低重力過渡応答の研究に非常に有効であることが確認された。実験によりラットは急激に低重力環境下に暴露すると四肢、顎関節、手指を突っ張るように開く応答を確認し短時間で収束することを解析した。また、人とラットの重力過渡応答を対比しすることで人の重力過渡応答の比較を行った。人は乳児期、幼児期、成人で低重力過渡応答が変化する。柔道やその他のスポーツなどで転倒に対する対処を学習することで、後天的に転倒(急激な重力変化)に対する応答が変化することから、知を用いた身体教育は動物として備わった本能の危機応答をオーバーライドし知の身体性が優先される。これは、成長とともに後天的に学習されるだけでなく、十分に成長した後にスポーツなど身体教育で獲得した動きによっても次々にオーバーライドされることから、知の身体性は非常に重要であるといえる。

## 参考文献