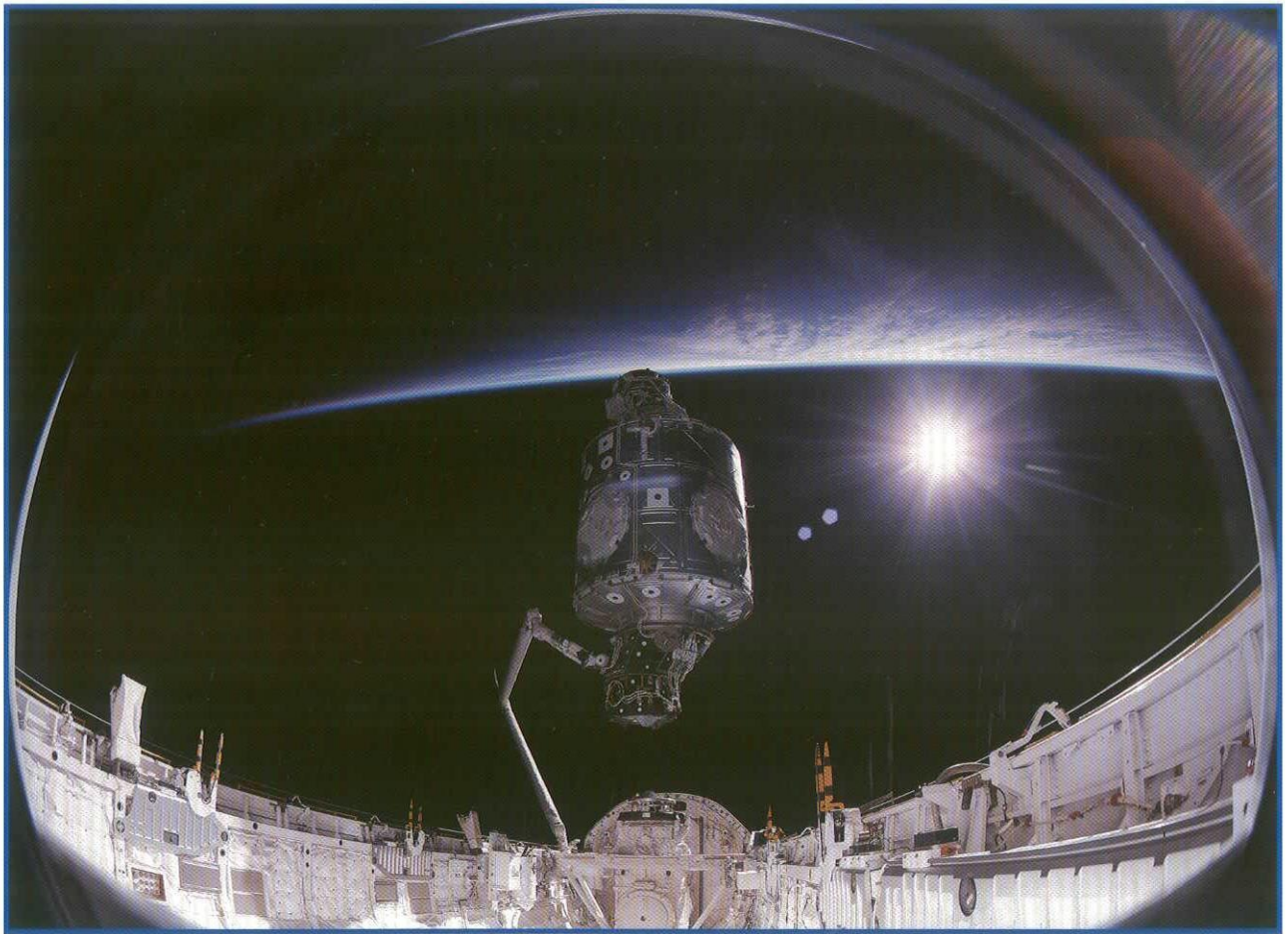


「宇宙航空研究開発機構(JAXA)+東京スペースダンス」フィジビリティスタディ

# Space Dance, Someday in the Universe

身体表現(舞踊)の視点から考えた無重力環境での人間の姿勢変化、  
及び生活様式のあり方の考察

## スペースダンス、 或る日宇宙で



[写真提供:NASA]

代表研究者: 福原哲郎 / 東京スペースダンス



---

# 目次

## 序文

佐倉統(東京大学大学院情報学環助教授)

松本信二(宇宙建築家、宇宙開発コンサルタント/CSP ジャパン代表)

『東京スペースダンスとの活動を通じて JAXA が目指すところ』

宇宙航空研究開発機構

宇宙基幹システム本部・宇宙環境利用センター・きぼう利用相談室

『宇宙と文化』 岩本裕之(宇宙航空研究開発機構・産学官連携部連携企画グループ副グループ長)

『未来身体が拓く新しい人間観・福祉観・宇宙観』 光盛史郎(福祉と宇宙を考える会)

『宇宙での生活空間設計におけるダンスの役割』 川崎幸臣(東京スペースダンス)

『スペースダンス～或る日、宇宙で』

福原哲郎(東京スペースダンス/イルディス工科大学客員教授・ミマールシナン大学客員教授)

## インタビュー

『姿勢とは何か?』 佐々木正人(東京大学大学院情報学環教授)

『身体知が後追いになることの科学的意味』 佐倉統(東京大学大学院情報学環助教授)

## インタビュー

『宇宙文化とは?』 リチャード・クラーク(スペースアーティスト/アートテクノロジー・ディレクター)

## 執筆者紹介

## 研究発表会記録





---

## 序文

佐倉統(東京大学大学院情報学環助教授)

宇宙空間での生活というと、SF作家ラリー・ニーヴン<sup>(注1)</sup>の作品の中に、ひよろ長い新人類を主人公にしたものがあり、進化的な観点から関心を持っておりました。生物における進化的な制約というのは意外と大きいもので、技術者の方々の発想は、ときとしてその制約を軽視しているように感じています。

なので、身体性を重視されるというのは、まったくもって大賛成で、そこには環境(環境世界というべきか)も含まれるものと思います。生物は、環境とセットで考えないと成立しません。人間もしかしり。

しかしながら、人間にとってどのような環境が必須要件かというのは、きちんとした研究がなされていないと思います。医学・生理学だけでなく、建築学や家政学、心理学、認知科学など、さまざまな領域の知見を編み直す必要があると感じておりました。僭越ながら、福原プロジェクト<sup>(注2)</sup>は、まさにそのような試みなのだと感服した次第です。

松本信二(宇宙建築家、宇宙開発コンサルタント/CSP ジャパン代表)

人間の居住空間を造るのが建築であり、人間の姿勢や行動の基本的な特質に基づいて設計し、建設しなければなりません。ところが、人間の姿勢や行動の基本原理はまだまだ分かっていないといえます。基本原理が分かっていなくても長い生活経験に基づいて設計し建設することができるからです。

しかし、特殊な環境における建築やこれまでにない未来型の目的を実現するための建築を合理的に造ろうとすると、人間の身体に関する基本原理をもっともっと知る必要があります。身体に障害をもつ人や高齢者のための空間の設計についても同様のことが言えます。

そのような基本原理を追求する方法の一つとして、福原プロジェクトは非常に有効であり、大きな成果が期待できそうです。この成果は、宇宙建築(無重力空間や月面上の建築)に適用できるだけでなく、地上における今後の新しい建築に幅広く適用できると考えられます。



---

## 『東京スペースダンスとの活動を通じて JAXA が目指すところ』

2004/4/25

### 宇宙航空研究開発機構・きぼう利用相談室

2008年以降の完成を目指し建設が進められている国際宇宙ステーション(ISS)には日本実験棟「きぼう」があります。2006年以降に打ち上げ予定の「きぼう」では科学分野における実験・研究だけでなく、芸術分野の利用も期待されています。科学実験がISSの中で実際に行なわれている様に、いつの日か芸術家が宇宙へ飛び出し、芸術活動を行なう日も来るでしょう。しかしそのような時代の到来を待つまでもなく、人類が宇宙に飛び出し、長期滞在するという事実が芸術家や人文社会科学の研究者を刺激し、創作や研究の意欲を駆り立たせ新たな活動を生み出させる。有人宇宙活動にはそんな秘めたる力が存在すると信じています。

ご存知の通り、ロケットや人工衛星、ISSは高度な科学技術によって開発されてきました。またこれらの使用目的も科学や工学寄りであることも事実です。しかしISSには人間が滞在します。人間が長期にわたって宇宙で生活するということは、そこに人間らしい温かみのある感情が存在し、血の通った精神活動が行なわれるということも忘れてはならない重要な事実です。JAXA+東京スペースダンスによる活動のテーマとして舞踊家(=芸術家)という立場から宇宙空間での姿勢を考察するというものがあります。立つ、座る、歩く、寝るといった「姿勢」は人間の本質的な行動ですので、医学的な研究対象であることはもちろんのこと、たとえば心理学といった社会科学分野の研究にも関係してくると思われれます。このように芸術、舞踊という枠を超えているところが東京スペースダンスの活動の興味深い特徴です。また宇宙での姿勢の考察から発展し、人類の宇宙での生活様式を検討することもテーマとして挙げていることから、異なるジャンルの研究の融合や新しい生活習慣などの誕生といった幅広い活動に発展することも期待しています。

本活動により国民の皆様に宇宙や宇宙開発を見つめる新しい視点を提供することが出来ればと願うと同時に、技術者集団であるJAXAに対して東京スペースダンスから芸術家ならではのアイデアや提言が供されるのではと期待しながら耳を澄ましていきたいと思えます。



---

## 『宇宙と文化』

岩本裕之(宇宙航空研究開発機構・産学官連携部連携企画グループ副グループ長)

宇宙は無数の可能性を秘めた場である。人類は、1957年の初の人工衛星スプートニク号の打上げ以来、宇宙を利用した多くの技術開発・研究開発を行ってきた。宇宙活動の内容も、「宇宙科学の探究」、「人工衛星の開発及び利用」、「宇宙輸送系の開発」、「有人宇宙活動の推進」等の分野において多種多様に展開されてきた。特に人工衛星の開発により、通信、放送の技術革新が行われ、人々の生活がより豊かに、より便利になって来ている。

また、有人宇宙活動においては、これまで宇宙飛行士に限られていた宇宙活動が、一般民間人にも開放され、より普通の人々が宇宙に行く可能性が高まるとともに、宇宙に行けるといふ期待感が高まっている。さらにハッブル望遠鏡や惑星探査衛星により、宇宙の謎が解明され、真理の探究がなされ、物理学、哲学等に影響を及ぼしている。このように宇宙における人類の活動が拡大してきている。このような状況を鑑みるに、宇宙活動は単なる技術開発、研究開発の域を超え、新たな枠組み、新たな視点を求めはじめてきていることをわれわれは認識せざるを得ない。

「何故、山に登るのか?」「そこに山があるからだ。」というのは、登山家マロリーの有名な言葉だ。これは、宇宙開発、特に有人宇宙活動に対する「何故、人は宇宙に行く必要があるのか?」という問いに通ずるものがあると思う。残念なことに、この問いに対して明快な答えはまだなく、有人宇宙活動に賛否両論あることも事実だ。「そこに宇宙があるからだ。」という答えは、残念ながら巨額の国家予算を投じるための理屈にはなっていない。

おそらく、何千年か何億年か先の遠い未来、地球は人類が住むに適した惑星ではなくなっていることだろう。私は、長い目で見て、今、人類が行っている宇宙活動は、遠い将来、われわれの子孫が宇宙に旅立って行くために、宇宙に適応する身体、遺伝子を無意識のうちに作り始めているのではないかと考える。そのため、人類は少しずつでも宇宙に体を慣らし始めており、この形が現代の有人宇宙開発を行う理由であると考えている。人類が宇宙に進出し、実験的なものであれ、そこで生活をするようになれば、当然、そこに文化が生まれる。また、地上においても宇宙活動がわれわれの生活に入り込むことにより、地上の文化に変革をもたらす。文化とは、思想であり、芸術であり、生活様式であり、言葉であり、その他われわれが生きていく際に、作為、無作為に生まれ来るものである。

「宇宙と文化」を考えていくということは、宇宙活動がわれわれの生活に取り込まれていく事象を理解し、この先広がっていくであろう人類の宇宙での活動を理解していくことである。

## 『未来身体が拓く新しい人間観・福祉観・宇宙観』

光盛史郎(福祉と宇宙を考える会)

高度情報化社会、超高齢社会の到来、そして人類の本格的な宇宙活動時代を目前に、世界の人びとの身体の再開発を基礎的テーマとして掲げる『未来身体ラボ～人間のからだの未来と宇宙文化』プロジェクト(福原プロジェクト)は、未来身体から見た「地上および宇宙空間における人間の新しい生活様式と新しい文化の創造」への構想を通じて正に科学技術と人間・社会の新たな関係性を宇宙という未来視点で追求する全く新しい試みである。

この技術横断的、社会横断的そして人間横断的プロジェクトは先端宇宙開発から日常生活まで人間が関与する様々な場面でその潜在的可能性を開花させることが期待され、とりわけその可能性が人種、老若男女、障害者、健常者に関係なく全ての人間の身体に開かれていることに注目すべきである。

近年、我が国が得意とするロボット技術により介護ロボットや福祉ロボットなどの次世代ロボットの研究開発が進められているが、その機能や役割はまだまだ限定的なものであり、個別の多様なニーズに応えられる段階にはない。開発者側と利用者側の意識のギャップなど社会的受容の問題もある。そして、何よりも重要な問題は、「介護のための」、或いは「障害者のための」といった意識から脱却しきれていないことである。「未来身体」の考え方は、健常者であろうが、障害者であろうが、老人、若者であろうが、その違いを個人の身体の固有の「姿勢」の違いとして受け入れるところから出発するものであり、そういう意味で「障



---

害者」や「健常者」、「人種」などという概念を超越した新しい人間観、福祉観に基づいたアプローチ、言わばポスト・バリアフリー社会の実現の可能性を有しているといえる。

なぜ宇宙なのか。無重量の宇宙環境に身体がさらされる場面において、地上において見られた身体的特徴或いは差異、或いは障害はどうとらえられるであろうか。恐らく新しい身体概念が生まれざるを得ないであろう。重力によって遮断されていた人間の潜在的感觉が無重量の刺激を受けた身体から呼び起こされるかもしれない。或いは、全く新しい身体感覚が創出されることも考えられよう。そうすると、地上では考えられなかった宇宙空間における新しい障害概念が生まれるのかもしれない。しかし、少なくともそのような宇宙環境と身体インタラクティブな対話プロセスを通して、人間のからだと宇宙の関係、人間と地球の関係が改めて自問されることとなり、人類の身体再発見、再構築が図られる可能性がある。さらには、獲得された新しい身体及び身体感覚と脳の相互作用を通じて宇宙における新たな文化の創出へとつながっていくことも考えられよう。

『未来身体ラボ』は未来工学的なアプローチによってこの対話プロセスに積極的に関与し、人間の身体が持つ潜在的な可能性を具現化する極めて斬新な挑戦である。その過程で得られる知見や経験は、人々の生活の質、人生の質、生命の質を高めることに大いに貢献するであろう。未来へのブレークスルーは、人間の視点と宇宙の視点を身体を通して融合することでもたらされるのである。

## 『宇宙での生活空間設計におけるダンスの役割』

川崎幸臣(東京スペースダンス)

宇宙での生活で、人は何を感じ、どう変わるのだろうか。地球は、人間が存在する前からすでに用意されていた環境だが、宇宙空間では人間が0から設計しなければならない。それは単なる地球環境の模倣でなく、地球にはない独自の魅力が必要だろう。

宇宙空間というと、何か殺伐、荒涼とした世界を思い描いてしまうが、宇宙を人類の第二の生活環境としていくためには、まず宇宙での生活に対して、親しみや期待感、可能性を感じさせることが重要である。宇宙での生活に対する親しみや心地好さの醸成という文化的、精神的な問題に対して、地上での設計の手法をそのまま適用していくことは難しい。また地上での実験や観察を積み重ねても核心に迫っていくように思えない。ここでは従来の延長線上にはない、新しい発想が求められる。

その発想をドライブするものがアートにあるのではないか。アートはまだ見ぬ未来を大胆に描き、可能性を提示し、希望を抱かせ、人々のモチベーションを駆動する役割も果たせるのである。スペースダンスは、フォームや動きの美しさに重点のあるダンスや、音楽にあわせて決められた振りを再現するダンスではなく、周りに身を委ね、溶け込み、自己と他者、身体と環境とが調和することによる心地好さや一体感を伝えるダンスである。感覚の微妙な差異を感じ分け、それを顕在化させ、芸術表現に昇華する。ここに、スペースダンスが、宇宙空間での人間の新しい生活環境を考えるという研究活動にも貢献できると思える理由がある。意識下に入ってしまった繊細(だが、影響の大きい)な感覚のセンサーの役割は、人工物に囲まれ、自然環境からかけ離れた生活をしている現代人には既に難しくなっている。

身体は、パーツに分けたり、静的モデルと捉えたり、心身を分離したりするのではなく、常にそれらの「総体」として考えなければならない。個別性も高く、環境など様々な要因も複雑に絡み合うため、身体そのものは議論しにくい。むしろ身体の問題は、身体を取り巻く周辺に起こっている様々な事象を読み解くことによって、炙り出すようなものだろう。ならば、どれだけ多様な視点を提供できるかが重要になる。垂直方向の、現場サイドの深い視点と、水平方向の、多面的な視点によって、様々な角度から身体を捕らえるような領域横断的、異分野融合のプロジェクトが今、必要とされている。また、このような未知のテーマでは、理論より実地が先になる。実際に人間が感じ、想いを巡らせることによって、問題の本質が見えてくるのではないのだろうか。

ここで見てきたものは、問題そのものの解決策ではなく、見方や考え方、方法論といったものかもしれない。しかし、宇宙での生活空間の構築には、重要で新しい視点やツールを提供できるだろう。宇宙空間だからこそ得られる新しい身体性、感覚や可能性に人々が期待し、魅力を感じ、宇宙に想いを馳せるようになれば、いつか必ず豊かな宇宙生活が実現するに違いない。



---

『スペースダンス～或る日、宇宙で』  
宇宙環境におけるデザイン～〈姿勢〉は文化創造の母胎である

福原哲郎（東京スペースダンス／イルディス工科大学客員教授  
・ミマールシナン大学客員教授）



写真1 [提供:NASA]

- 第1章 はじめに～提案の骨子
  - 第2章 宇宙空間における姿勢問題
  - 第3章 スペースダンスとは？
  - 第4章 脳の未来、姿勢の未来
  - 第5章 姿勢は文化創造の母胎である
  - 第6章 姿勢支援ツール
  - 第7章 初期情報群を書き換えるロボット
  - 第8章 姿勢支援ツールは地上でも使える
  - 第9章 宇宙での生活空間デザイン
  - 第10章 21世紀デザイン
  - 第11章 おわりに～今後の計画
- 「注」

## 第1章 はじめに～提案の骨子



写真2 周囲のシステムと一体化する宇宙飛行士 [提供:NASA]

宇宙環境における人間生活を想定した場合、科学技術のみでは解決できない特有の身体・脳問題が発生することが予想される。

それは、無重力環境における身体劣化の問題、「姿勢」喪失による所定動作の困難化の問題、脳がアタマのある方向を「上」と判断することによる空間認識の混乱の問題、それに伴う対人認識の混乱とコミュニケーションの困難化の問題。つまり、根本的には、フィジカルな人間的能力と文化的諸力の停滞の可能性、という問題である。

私は、日本の舞踏家としての立場から<sup>(注3)</sup>、以上の身体・脳問題を解決するために、文理融合チーム<sup>(注4)</sup>による共同プロジェクトを計画し、以下の提案をする。これにより宇宙開発における「身体性を重視した日本独自の開発視点」をあらたに提示できると思われる<sup>(注5)</sup>。

なぜ文理融合チームが必要かについては、端的に、宇宙環境における身体・脳問題は科学技術ひとりの手に負えない問題であるからであり、さりとて人文系研究者やアーティストが単独に提案しても効力を持たないからである。それは、1959年にC・P・スノーが『二つの文化と科学革命』(みすず書房)において指摘した文系知識と理系知識の離反の問題の延長である。

そして、このような共同作業を進めるためには、いま最先端のロボット開発プロジェクトをリードし高い評価を得ているデザイナー・山中俊治氏の次のような考え方が重要になると思われる。それは、そこでは単に科学技術と人文科学各分野の知識の集合が求められるだけではなく、それを担う専門家たちの専門性も更新されていく必要があるからである。「技術研究のビジョンを描く段階からデザインもスタートしなければならないと気がつきました。同時に、デザインとエンジニアリングを区別する必要はないと考えるようになりました。自分が何かの専門家だと思わないようにしています。自分の専門ではない分野でも、自分の感覚は何らかの役に立つと信じるのです。そして、一度つくりはじめたら、すべてを自分で設計するつもりでやる。このロボットのことは、どの専門家よりも自分が一番よく知っているという状況をつくらなきゃ、生き生きとしたものができるわけがない」(AXIS 2005年8月号)。私もまた、本論で提案するプロジェクトに取り組むためには、舞踏家としての主張だけではなく、デザインやエンジニアリングに対してもアイデアをもつ舞踏家に変身する必要がある。

### 第1節 提案の骨子

#### ●提案1

二足歩行を基本とする人間の生物学的本質を考える時、無重力環境における人間生活のためには人工重力が必要である。

#### ●提案2

その上で、人びとがより豊かな宇宙文化を形成していくためには、フィジカル面のサポートとして、人工重力をカスタマイズできる個人用の姿勢支援ツールが有効になる。「姿勢」こそ文化創造の母胎であるからである。宇宙環境において人間は新しい進化の可能性に直面すると予想されるが、姿勢支援ツールはその進化のあり方に影響を及ぼすことができる。姿勢支援ツールを、国際宇宙ステーション・宇宙ホテル・月



---

面住居・火星住居などにおける回転による人工重力発生装置に連結させて機能させるという設定である。

### ●提案3

姿勢支援ツールの導入により、人びとのふる舞いが地上とは大きく変化することが予想され、宇宙における生活空間デザイン(居住空間デザイン、情報デザイン、ライフスタイルデザイン)もそれにつれて変化することが求められていく。

#### 第2節 提案1について

無重力環境における人間の姿勢変化について考察する。無重力環境では、単に医学的身体変化だけではなく、動物の「姿勢」が変化することがこれまでの研究で判明している。人間にとっても「姿勢」は変化するであろうと予測。そもそも「姿勢」とは何なのか？ 魚・両生類・サル・人間の姿勢変化を「姿勢の進化史」として捉え、宇宙飛行士の証言・宇宙生物学・脳科学・人間工学・アフォーダンス・認知心理学・文化人類学・ダンス・スポーツ・リハビリテーション・介護ロボット研究など、様々な分野の知見を集め、「姿勢」について総合的に考察する。

#### 第3節 提案2について

無重力環境では人間には「姿勢」を支援するツールが必要と仮説する。この姿勢支援ツールは、スペースダンス(後述)で使用するチューブ空間(後述)を個人用に小さくしそこに記憶システムを搭載したもので、ロボットに学習能力がついた衣服型知能ロボット(ロボット化されたウェアラブルスーツ)として提案。

しかし、そもそも人間を支援できる知能ロボットは開発できるのだろうか？ 国内・海外の現在の知能ロボット開発現場においてもそれは容易ではない。たとえばいま、筑波大学・山海教授によるパワーアシストスーツ、「ATR・川人光男+ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン」による脳活動解析による以心伝心ロボット、シカゴ・リハビリセンターによる思考で動かせる義手ロボット、などが最先端ロボットとして大きな注目を浴びている。しかし、いずれも人間とロボット間に相互作用は存在しないため、両者間にわれわれがもとめる協調関係を構築することはできず、それらのロボットを応用しても人間の「姿勢」を柔軟に支援することはできない。それらのロボットにより、身体損傷などに悩む多くの人たちや、身体能力を超えた力を人間に求める人たちなど、多くの関係者が救済されたり喜んだりするのは間違いない。新しい産業も起きる。しかし、人間との間に協調関係を持たないロボットが人間の分身的存在として育つことはなく、分身的存在でなければ、ロボットが独立の力をもつと、人びとがこれまで危惧してきたようないろいろな問題が生じることになりかねない<sup>(注6)</sup>。

したがって、われわれは知能ロボット開発を、これまでとは発想を変え、脳科学における構成論的アプローチにより探求する理化学研究所・谷淳氏の研究(後述)を参照し、われわれのロボットがわれわれの分身的存在として育つように、人間とロボット間に相互作用が確実に存在し、そのために人間がロボットから利益を得るたびにロボットにもその利益を還元でき、そのことでロボットも変化し成長するような、そのような利便性の交換が両者間において等価であるような、対話型の新しい知能ロボットとして考察する。

#### 第4節 提案3について

姿勢支援ツールを用いた人間の宇宙生活はどのようなものになるのか？ さらにその生活によってどのような宇宙文化が生まれるのか？ 変化する生活空間デザイン(国際宇宙ステーション・宇宙ホテル・月面住居・火星住居などにおける居住空間デザイン、情報デザイン、ライフスタイルデザイン)のあり方について提案しつつ、以上の問題を「ヒトとモノとの関係の改善」と「ヒトとヒトのコミュニケーションの改善」の両面より考察し、人間がこのような改善を実現できるならば、人類の進化にもつながり、人間が生み出す宇宙文化の可能性も明るいことを、大胆に提案する。

松本信二氏(宇宙建築家、宇宙開発コンサルタント/CSP ジャパン代表)監修による『宇宙に暮らす』(清水建設宇宙開発室編集/裳華房)のなかでも、「あたかも500年前にコロンブスが新大陸を発見したときのように、宇宙新大陸でこそ可能性がありそうな、人類が革新的な生活を行うための活動空間デザインは、ISS(国際宇宙ステーション)でクルーが実験装置の操作者としてたたく空間とは大幅に異なることは明らかであろう」と述べられている。



## 第2章 宇宙環境における姿勢問題

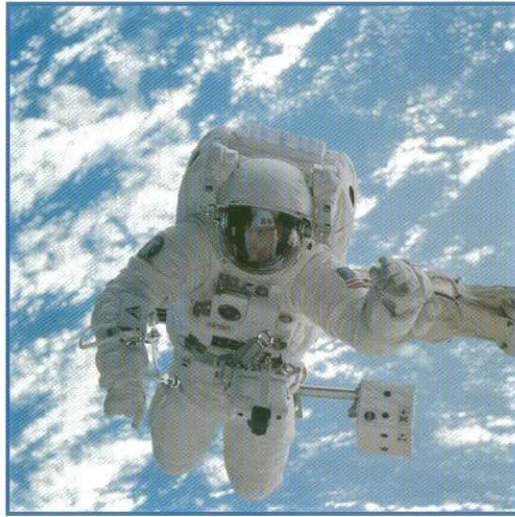


写真3 スペースシャトル・エンデバーの周囲を宇宙遊泳する宇宙飛行士 [提供:NASA]

### 第1節 ふわりふわりと浮いたままなのか?

宇宙飛行士ではなく、われわれのような普通の人間が近い将来に宇宙で新しく生活することを考える時、われわれの「姿勢」は無重力環境においてはどうなるのだろうか? われわれはつねに中空にふわりふわりと浮いたままなのか? 或いは宇宙での生活のためには何らかの「新しい姿勢」が必要になり、その為これまで地上では必要なかった何らかの姿勢支援ツールのようなものが必要になるのか? その場合、われわれの「身体」はどのように変化し、われわれを支える「感覚」とはどのようなもので、われわれが必要とする「情報」とはどのようなものになるのか?

### 第2節 動物と人間の差?

パラボリックフライトにおける無重力状態での生物実験では、爬虫類たちはある種の警戒のポーズを示すこと、サルやリスは周囲にしがみついてしまうこと、亀はひっくり返ったと思ひ首をのぼすこと、カエルはシザーズキックで寝返りをうつこと、ヘビは自分を咬むことなどが、宇宙生物学の黒谷明美氏より報告されている。しかし、人間の場合はそうではなく、多くの宇宙飛行士のスペースシャトルなどでの様子に見られるように、一見して楽しそうに笑いながら宙に浮いている。人間には無重力環境は動物たちのように違和感と恐怖の対象ではないのか? それは動物と人間の文化力の差か? 人間には文化力があるので耐えることができるのか? 或いはそれは脳の構造の差か? 或いは単に人間の場合はそれを自ら選択していることによる認識の確保の問題にすぎないのか? つまりカエルも自ら選択して無重力状態に浮かぶとすれば、あのように驚くことはなく、人間と同じような余裕を示すのか?

無重力環境における人間のふる舞いを詳細に描写していることで有名な SF 作家オースン・スコット・カードの『エンダーのゲーム』(ハヤカワ文庫 1987年)においては、ISSのような小空間では問題がないとしても、大空間や一度離れたら二度と帰着できないかも知れない宇宙空間などを人間が浮遊する場合には、よほどの優秀なクルーでない限り、恐怖心から筋肉を硬直させてしまうことが予測されている。そして、この筋肉の硬直が恐ろしいとされている。地上とは違い、宇宙環境ではこのような硬直をすぐに回復させる術がないからである。現在の宇宙飛行士の場合でも、予定された環境の内部に調和的に存在できている場合は大丈夫でも、思いがけない未知の状況に単身で置かれた場合など、カエルたちと同じようなパニックを起こしてしまう可能性も残されているのではないだろうか?

---

### 第3節 無重力環境における身体・脳問題

向井千秋宇宙飛行士は、2003年10月の東京芸術大学での或る報告会において宇宙遊泳体験について語り、「でも、やはり、無重力環境のなかでぶかぶか浮いているだけではダメ。心のよりどころをつくるには身体がどこかにくっついている必要がある。ヒモ一本でもいい、何かにつながっていたい。それが人間の本質ではないか。無重力環境のなかで上下関係がわからないとすごく気分が悪くなる時がある。宇宙には人工重力が必要なのだと思う。0G~1Gの間で何Gが適当かわからないが」と述べていた。向井氏による認識は的確であると思われ、われわれが無重力環境における身体・脳問題を考える上での優れた参考になる。このように述べる宇宙飛行士は多くはない。

### 第4節 バリ島の少女ダンサー

科学的に立証された事例ではないが、向井発言に似た例として、地上にも「バリ島の少女ダンサーの方向感覚の喪失」という面白いエピソードがある。バリダンスでは、島の中心にある聖なる山との関係が重要で、まだ若い少女ダンサーの場合、彼女に目隠しをして聖なる山に対する「方向」を見失わせると、途端に「姿勢」を崩し踊れなくなるとのこと。そして目隠しを取り山の「方向」を確認させると、また踊りはじめるという。これは、少女ダンサーにとり聖なる山との関係を喪失した状態は無重力環境に置かれた状態に近く、「姿勢」が崩されてダンスが成立しないこと。その時にはあたかも脳機能が麻痺したかのように、あらゆる方向に聖なる山が存在してしまい、重大な感覚的混乱に陥っていることを予想させる。

### 第5節 身体・脳問題の解決のために

無重力環境における人間やバリ島少女ダンサーのように、人間の身体・脳問題として、このような難問が発生するとすれば、それをどのように解決すればよいのか？ しかも、無重力環境といっても、純粋に無重力に近い微少重力環境の場合、月のように6分の1の低重力環境の場合、火星のように3分の1の低重力環境の場合、それぞれの環境における解決方法は異なってくるように思われる。さらにまた、対象を短期間の宇宙旅行者を想定する場合と、長期間の宇宙旅行者或いは将来的な宇宙定住者を対象とする場合とでは、より本質的な解決方法の違いが必要になってくるものと思われる。

われわれはスペースダンスという長年の身体表現の実践と研究の成果により、それぞれの微少重力環境或いは低重力環境ではこのような身体・脳問題が発生すると考え、われわれの場合は、この問題解決を擬似的無重力環境と見なせるチューブ空間を使用して、実体験を構成して試みている。そもそも人間にとり「姿勢」とは、環境との関係において何であったのか？ 重力との関係により「姿勢」はどのように変化することが予想されるのか？ チューブ空間はこれらの問いに一定の解決を与えることができ、何よりもチューブ空間の中では、「姿勢」の構築のためには空間やモノからの支援が不可欠であることを、身をもって学ぶことができる。



### 第3章 スペースダンスとは?

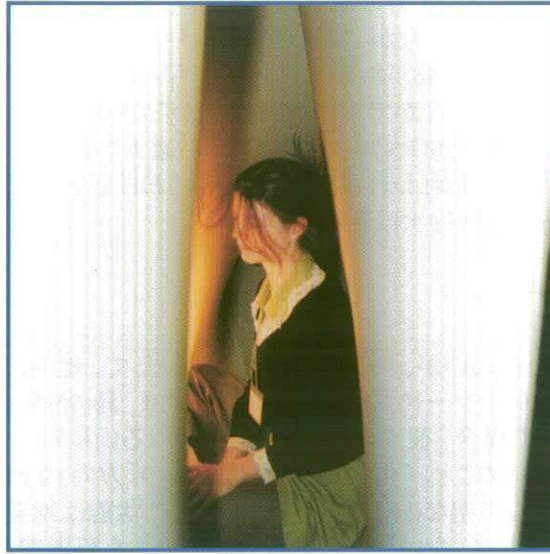


写真4 ISEA 2002 [東京スペースダンス]

#### 第1節 誰もが自分の特徴的な「姿勢」をもっている

考えてみれば、われわれ地上の人間も、生活のさまざまな場面において、それぞれ特徴的な「姿勢」をもって存在していることがわかる。少し注意して周囲を見回して見れば、誰にも必ず固有のくせのような仕草があり、独特な笑い方・泣き方・しゃべり方・座り方・立ち方・歩き方・走り方などがあり、誰もがその「姿勢」により他の人間とは違う雰囲気を持ち、少し浮いているように見える者もあり、地面にのめりこんでいるような者もあり、誰もが自分の特徴的な「姿勢」をもって生活し、他人と応対し、労働し、また表現活動を成立させている。

人間が何かを考える場合にも、大事な局面になるとじっと坐って考えこんでみたり、とっさのインスピレーションにより急に立ち上がってみたり、或いは歩き回ってみたりと、さまざまな「姿勢」を取るのはなぜなのか? それは、そのような「姿勢」の変化により思考内容もそのクオリティも変化することをわれわれが無意識のうちによく知っているからだろう。

#### 第2節 スペースダンスとは「姿勢」の創造である



写真5 フランクフルトバレエ団の水中ダンス  
[提供:YKY]

われわれのスペースダンスは、このような「姿勢」に関わる光景を、空間との関係において意識的に取り出し、アートとして構造化して見せることから始まった。スペースダンスとは、「姿勢の創造」であり、各人のやり方によって固有の身体技術を使用し、0.98G 程度の人工的な減重力状態をつくりだしてほんの少しだけ浮きあがり、各人のもっとも快適な「姿勢」を構築して見せることである。一般のダンスにおけるさまざまなフォームも、この少しだけ浮いた状態でなされ、日常では不可能な美の世界として形成されてきた<sup>(注7)</sup>。

このように、スペースダンスでは、劇場で使用される物語世界からはひとまず離れ、個人における「姿勢」の創造を試みる。それは何よりも、現代人にはこのような意味での「身体」に対する気づきが必要になり、自分の「身体」が周囲の空間・モノとの関係においてどのように存在しているのか、そこで「身体」は何を望んでいるのかについて、ふたたび認識する必要



が出てきたからである。舞踊家たちの世界においても、初期のウィリアム・フォーサイスのフランクフルトバレエ団(写真 5)やトリシャ・ブラウンの作品には、重力をテーマにした大変興味深いものがある。

### 第3節 バウンダリー・オブジェクト



写真6 東京・臨海副都心におけるチューブ空間 [東京スペースダンス]

われわれはスペースダンスを、バウンダリー・オブジェクトとして評価されるチューブ空間(写真 6)を使用して体験する。

バウンダリー・オブジェクトとは「境界に存在するオブジェクト」という意味で、理系分野の人間も文系分野の人間も、専門家も一般の人も、子供も大人も共に関心を示すオブジェクト(モノ)であり、チューブ空間はそのような空間モデルのひとつである。バウンダリー・オブジェクトとしてのチューブ空間は、新しい建築空間を考える場合やウェアラブルスーツのデザインにヒントを与えるとともに、地上と宇宙をつなぐ実空間の設計にヒントを与える空間としても有効であると言われている。

また、チューブ空間が身体に対して独特な拘束感と開放感を同時に与えるために、リハビリテーション、高齢者の身体能力の再開発、意欲向上プログラムの開発、何らかの障害をもつ人たちの身体支援、子供たちのための「からだ遊び」、などにも有効であると期待されている<sup>(注8)</sup>。

### 第4節 なつかしい感覚を与える空間



写真7 チューブ空間の体験 [東京スペースダンス]

チューブ空間は、体験者の身体のバランスを奪う空間であるとともに、体験者の身体の動きがチューブ空間の形状を決定するために、体験者に「なつかしい感覚」を与える空間である(写真 7)。体験者はここで、アンバランスとバランスの間を行き来し、日常生活では忘れていた空間との一体感を取り戻すことができる。アンバランスからいかにバランスを回復するか? 人はそのためにどんな情報を使用するか? そのやり方が人により異なる為、自分で試みても、見ても、大変面白い。要は、ムリをせず、身体をうまく投げ出す人が一番うまく、チューブ空間もその人の身体に柔軟に対応してくる。

### 第5節 空間やモノからのサポート

さらに、「なつかしい感覚」に誘われて空間の先に進み、人間の基本的姿勢である「立つ・坐る・寝る」にまつわるさまざまな流動的姿勢を発生させ、或る時は魚のように、宇宙遊泳のように、胎児のように、未知の生物のように、さまざまな「姿勢」を取って遊ぶことができる。体験者はチューブ空間のなかで、「姿勢」の構築のためには空間やモノからのサポートが不可欠であること、自分らしさの発揮のためには自分らしい「姿勢」を維持する必要があることを、身をもって学ぶことができる。



## 第4章 脳の未来、姿勢の未来

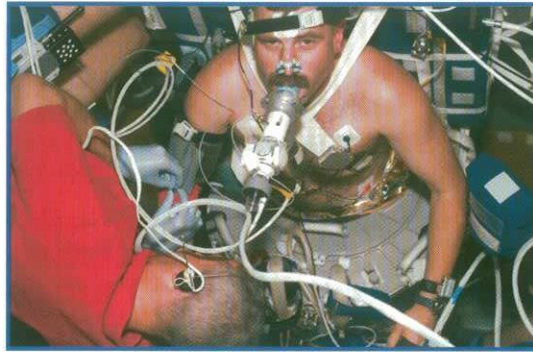


写真8 Lower Body Negative Pressure 装置で実験中の宇宙飛行士 [提供:NASA]

### 第1節 姿勢とは何か?

そもそも「姿勢」とは何か? 生態心理学者・佐々木正人氏(東京大学大学院情報学環教授)はアフォーダンスの立場より、「姿勢とは身体全体で環境とリンクする、知覚の器官を多重にとりこんだ関係のネットワークなのである。赤ちゃんを倒すために力はいらない。わずかの光学的流動をまわりに起こすことによって彼らの姿勢はバランスを失い倒れる。人の動きを変えるのにいつも力があるわけではない。情報があればよい」と述べており<sup>(注9)</sup>、「姿勢」がいかに空間と密接に関係しているかについてよく理解することができる。

また、動物の脳と人間の脳を比較した場合、何らかの根本的な変化が起きているのだろうか? サカナから両生類へ、両生類からサルへ、サルから人間へという、生物の進化の歴史をふりかえって見ると、それぞれの生物にはその生物の生存にとって必要な固有な「姿勢」というものがあり、人間にも人間として存在し生活する為に必要な二足歩行を基本とする「姿勢」とそれに基づく生活文化があることがわかる。人間の場合、二足歩行により前足が解放されて「手」になり、垂直に立つことから「脳」が活性化されて肥大し、過剰になった脳のエネルギーが「手」に伝えられて手仕事から「道具」を生み出し、そこから「言語」が生まれ、道具と言語の使用により「文化」を築きはじめた、と言われている。確かに、人間にとって二足歩行とは、重力との格闘の果てに獲得した貴重な財産であり、生物の進化史においては奇蹟に近い「姿勢」の実現だったのである。

### 第2節 姿勢の未来

こうして、生物の進化の段階を決定しているのはこのような意味での「姿勢」であると言え、「姿勢」は生物の生存の仕方の特徴づける基本的要因の一つであると言える。そして、われわれは、二足歩行という人間の「姿勢」も不変のものではなく、環境の変化によって変化する空間の関数であると考え、人間はいま情報化社会のなかにあって、或いはまた生命科学やロボット工学によるあらたな人工身体の創造とあらたな宇宙時代を迎えるにあたって、環境の大きな変化に直面しており、その為それらに対応するあらたな「姿勢」の創造とその表現を求められている、と考えている。

### 第3節 イクティオステガ～肺呼吸と足の獲得

生物の進化史を「姿勢の進化史」として捉え直すわれわれの観点からは、最初の両生類、つまり最初に地上に登場した魚として有名なイクティオステガや、肺魚、および最後の魚と考えられているユーステノブテロンが特に興味深い。ユーステノブテロンは川底にあって、急流に流されまいとして耐えるために胸ビレを砂地に入れていたそうで、そこから胸ビレが鍛えられ前足に変化したそうである。そして、イクティオステガはさらにこれらの足に関節を獲得することで歩行を可能にする4本足を獲得し、陸上生活を可能にするための肺呼吸を獲得したそうである。川から地面に最初の一步を記録したイクティオステガの経験とは、どのようなものだったのか?



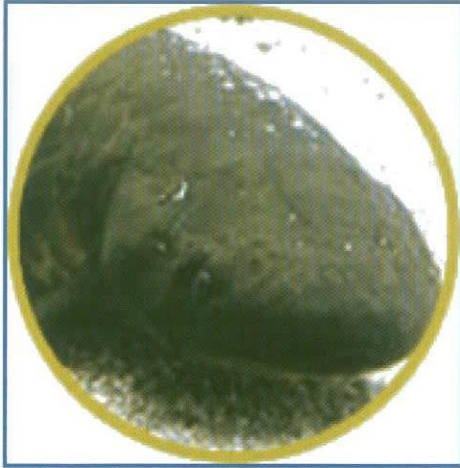


写真9 肺魚 [提供:JT 生命史研究館]

#### 第4節 ボノボ～二足歩行の選択と洗練



写真10 ボノボ [提供:ウィキペディア]

また、コミュニケーションの視点からは人間にもっとも近いサルと言われるボノボの場合、腰にそれまでのサルにはない2本の筋を獲得することで、二足歩行をさらに洗練させたそうである。ボノボは、サルの仲間でもコミュニケーションにもっとも積極的な種であると言われ、つねに他のボノボと身体的接触を行い、前足にモノを持ち、それを恋人に運ぶための一番有利な「姿勢」として二足歩行をより完全なものにしたと言われている。二足歩行の恐怖、或いは至福にふるえるボノボや最初の人間の経験とは、どのようなものだったのか？

#### 第5節 人間～月面歩行

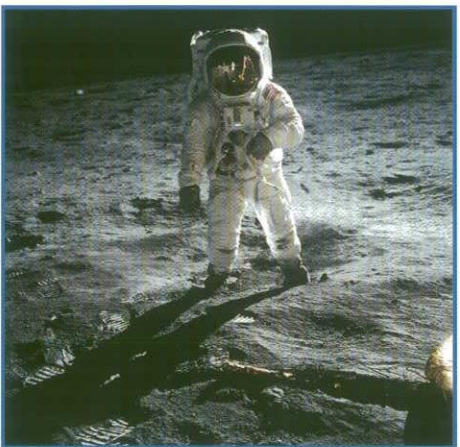


写真11 アポロ11号 人類最初の月面歩行  
[提供:NASA]

自然にわれわれの興味は、アポロ11号で地球重力を離れて月に最初に降り立った人類の経験との比較に向かう。「姿勢」の問題に注目するわれわれには、肺呼吸と足の発明者であるイクティオステガなどの場合も、二足歩行の発明者であるサルや最初の人間の場合も、自らの身体に対して或る種の独特な技術を行使した者たちであったように見える。この意味で、月に最初に降り立った人間の場合は、どんなチャンスに遭遇したことになるのか？

「一人の人間には小さな一歩だが、人類のためには大きな飛躍である」とアームストロング船長は述べている。また、オールドリン宇宙飛行士は月面歩行の特徴について、「前かがみになったり反ったりするタイミングが難しい。どの方向にも地球よりかなりの角度でからだを曲げてもバランスが崩れない。地上なら一歩で止まれるのに、月で同じことをすると、ちりの中に倒れてしまう」と月面歩行について具体的に述べている。



## 第6節 姿勢は重力の関数である

こうして、地球の6分の1の重力環境に降り立った宇宙飛行士たちが経験したものは、身体と重力との密接な関係についての重要な体験であり、「姿勢」が重力の関数であることの身をもっての認識だったと言える。その意味で、オールドリン宇宙飛行士の記述は、「斜めのまま立っている身体」に対する発見も含め、その事実を端的に物語っており、人間がいかに重力との関係において自己の「姿勢」を維持しているかについてきわめて適切に表現している。

## 第7節 次に人間に期待されるもの

このように、人間は、無重力環境での宇宙遊泳も含め、月の上を歩くことで、はじめて身体に対する地上的認識を一新した。この認識により、人間は地上では無意識下の過程として意識することがなかった重力との関係を再びつよく意識せざるを得ず、しかしその結果として、重力との関係を人工的に調節できる可能性があることもまた学ぶことができたことになる。つまり、人間は自らに対して、「進化の次のステップとして、人類に期待されるものは何か?」と問うことも出来るのである。それがわれわれの場合は、人工的な姿勢支援ツールの提案である。

養老孟司氏は著書『バカの壁』(新潮社)の中で、「人間の脳を今の3倍にしたらどうなるか?」と問い、「人間+ $\alpha$ 」による人間の未来的存在について考えている。いつか遠い将来に人間にも生物学的進化がやってくるとすれば、それは脳の大きさの人工的な変化によるものなのか? 或いはロボティクスによる人工身体や遺伝子工学による生体操作技術の恩恵によるものなのか? 或いはわれわれが提案するような身体への姿勢支援ツールの装着から始まるものなのか?

## 第5章 姿勢は文化創造の母胎である



写真12 ロボットアーム上で仕事する宇宙飛行士 [提供:NASA]

## 第1節 浮かぶ体験

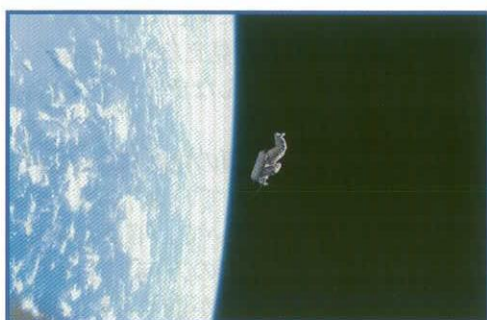


写真13 宇宙飛行士の浮かぶ体験  
[提供:NASA]

宇宙の無重力環境における人間のいわゆる「浮かぶ体験」は、すでに多くの宇宙飛行士が人類史はじまって以来のその体験について感動的に述べているように、「重力からの解放」という観点からはまさに革命的出来事だった。

しかし、われわれの「宇宙と文化」という観点からすれば、無重力環境が材料工学や生命科学などの分野における実験や開発にとって有効であり、またその体験が人びとの「偉大な楽しみ」ではあっても、それだけでは一面的なものに思える。それは、誰もが脱・姿勢的な同一の「姿勢」になってしまうことから、地上において個人の固有の「姿勢」が実現していた本質的な「気分」や個性的な「やり方」が保証されなくなるという意味において、そのままでは退屈になり、場合に

よっては人間の「個性」を奪ってしまうからである。

## 第2節 文化としての世界

哲学的に言っても、存在自体が退屈で人間の「個性」が発揮されない世界になれば、いかに周囲が広大な宇宙として新鮮で、いかに人類としてのあらたな挑戦課題を発見し精神が奮い立とうとも、それに立ち向かうべき身体的根拠としての個人の「姿勢」が弱体化されていくなら、人間の意識は次第に眠りはじめ、人間的な衰退に向かうおそれがある。人と人とのコミュニケーションも、多様な個性による多様な交通という地上での豊かな性格を失い、交換すべき内容を失って希薄になり、人間世界を特徴づけている「文化としての世界」の成立自体が危ういものになりかねない。

## 第3節 無重力環境では人間の身体技術は使えない

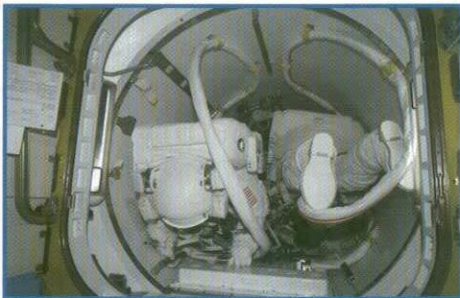


写真 14 上下に入れ違う宇宙飛行士  
[提供:NASA]

端的な話し、無重力環境においては、重力環境のもとで獲得した人間の身体技術はすべて基本的に無効になると考えるべきである。それは、このような技術がすべて身体による重力との接触の仕方をアレンジする方法だからである。重力が存在しなければ、重力下において有効なスキルが無効になることも自明である。

この問題は、現在の宇宙飛行士による宇宙開発から一般の人間の宇宙生活を対象とする宇宙開発に移行すれば、必ず大問題として登場するだろう。カルシウムが減少し骨や筋肉が劣化するなどの医学的問題だけではなく、人間の日常の動作が保障されないことに起因するさまざまな不具合が発生する可能性がある。向井宇宙飛行士が指摘した問題もそのひとつであり、またスポーツ・相撲・武術・ダンスなどの身体表現の世界においても、さまざまな職人芸の世界においても、腰に力を入れて「姿勢」を形成する人間の重要な基本動作が不可能になる他(いわゆる「りきむ身体」の消失)、立ち居振る舞いの日常世界でも同様であり、そのままでは人間のフィジカル面における基本的な存在のあり様が混乱していくことは間違いないように思われる。

## 第4節 「姿勢」は文化創造の母胎である

したがって、われわれは、宇宙での人間生活のためには人工重力が必要であり、さらに人びとがより豊かな宇宙文化を形成していくためには、フィジカル面のサポートとして、人工重力をカスタマイズできる個人用の姿勢支援ツールを装着することが有効になると提案する。それは、何よりも、「姿勢」が文化創造の母胎であるからであり、また宇宙環境を含めた今後の人間世界では個人としての物理的・精神的欲求が一段と高まることは必至であり、このような個人の「身体」に対するこれまでにない姿勢支援が次世代文化の一つの焦点になると思われるからである。



## 第6章 姿勢支援ツール



写真 15 NASA のロボノート [提供:NASA]

### 第1節 姿勢支援ツールとは?

われわれが提案する姿勢支援ツールは、0G～1Gの間で、人びとが自由に人工重力をカスタマイズし、好みの「姿勢」を構築できる身体支援システムである。それは個人が着用するパワーアシストスーツとしても、遠隔操作による分身ロボットとしても使用できる。それは、人間の生得の身体能力をこえて身体を支援するツールで、人間が置かれた状況や好みに応じて創発的に変形し、可塑的服や人工の手や足や自在な杖などとして、或いは移動機械などとして、補助具的或いは道具的に機能する。われわれの場合、このような姿勢支援ツールを、国際宇宙ステーション・宇宙ホテル・月面住居・火星住居などにおける回転による人工重力発生装置に連結させて機能させるという設定である。

### 第2節 新しい文化創造

姿勢支援ツールにより、人びとは自分の置かれた宇宙環境に即し、自分の望む「姿勢」を自由に形成し、「個性発揮のための身体的拠点」を新しく構築できる。これにより、肉体的にも知的にも優れた少数の者だけではなく、その能力にかかわらず誰もが自分の好みの「姿勢」を自由に人工的に形成できる。

したがって、姿勢支援ツールの使用と発展により将来的には多様な「姿勢」による多様な「個性」が誕生することが予想され、地上では考えられなかったまったく新しい宇宙文化の創造が期待できる。そこには新しい身体概念が生まれ、まったく思いがけないあり方で人間の新しい進化と平等が実現される可能性があるのである。

### 第3節 人間は新しい筋肉を発達させる?

したがって、カルシウムなどの減少による骨や筋力の劣化などの医学的問題についても、ここでは問題は別の様相を帯びてくる。つまり、宇宙環境においては、人間は姿勢支援ツールの使用により地上では必要なかった新しい骨格・筋肉・機関などを発達させる可能性が出てくるからである。生物学的に言っても、生物は与えられた環境に適応することで自己の進化を果たしてきたはずである。とすれば、宇宙環境において衰える骨や筋肉が存在するならば、それは不要なものとして生物学的にも必然のことであり、そのまま放置してもよい場合も出てくる。

したがって、われわれは、ただ地球的思考の延長で身体劣化の問題に取り組むのではなく、個々の宇宙環境において要請される新しい骨や筋肉や神経や脳の見取り図は現在ではまったく不明であるとしても、以上の可能性も含めた対処方法を同時に探求していくべきである。われわれの姿勢支援ツールも、このような可能性も含めた身体支援に取り組むものである。つまり、われわれは、宇宙に適した方法は、宇宙滞在の目的と具体的な宇宙環境に即して考えるべきであり、単純に地上的発想をそこに持ち込めばよいのではないと考える。

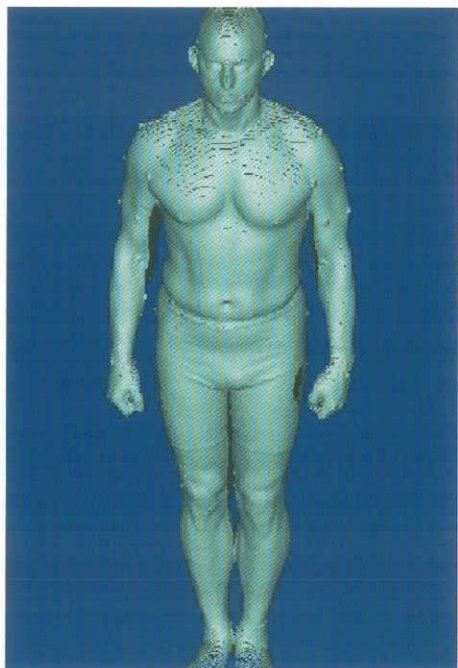


写真 16 宇宙環境に適合するための  
筋肉増減シミュレーション [提供:NASA]

## 第 7 章 初期情報群を書き換えるロボット

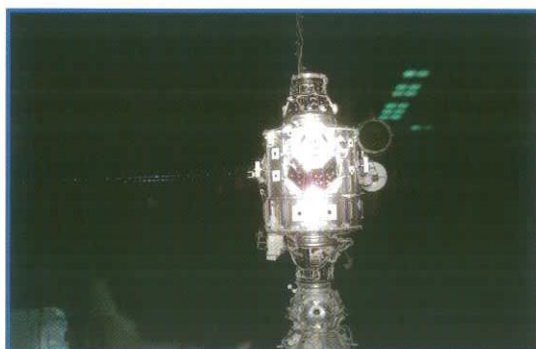


写真 17 スペースシャトル・アトランティスのためのドッキング装置 [提供:NASA]

### 第1節 知能ロボット誕生の可能性

姿勢支援ツールを研究するにあたり、われわれは谷淳氏(理化学研究所脳科学総合研究センター動的認知行動研究チーム・チームリーダー)によるリカレント・ニューラルネットを用いた脳科学の立場からの知能ロボット研究を先行事例として研究する。それは、われわれが姿勢支援ツールを、未知の宇宙環境における身体支援を実現できるように、しかもユーザーの使用により初期状態から変化し、使用頻度を増すたびに学習能力を高め、ユーザーの多様な欲求に対応するとともにロボットとしての自律性も獲得していく、そのようなユーザーの分身的な知能ロボットとして研究する必要があるからである。

たとえば、谷グループのジョイスティックを使用した on-line adaptation というプログラムの場合では、プログラムが最初に学習した円軌道に対し、ユーザーがジョイスティックを使い 8 の字の軌道を描くと、ジョイスティックが抵抗を示しつつもやがて 8 の字の軌道を自らで描くようになる。谷氏は「その時ジョイスティックを握っている人間は何とも言えない面白い感触を味わうことができる。そのぐりぐりとした抵抗感とはジョイスティックのなかの円の記憶が壊れて 8 の字になる状態なのである」と述べている。



---

また、最近のPBニューロンというプログラムの場合では、ロボットとユーザーが互いに運動しながら相互作用をしていると、ロボットはあたかも自由意志があるかのようにユーザーが教えていない新しい運動パターンを生成しだすことがあり、谷氏はそれに対して、「ロボットがただ学習したことを繰り返すだけではなく、思いがけずに新しい動きを生成しだす刹那に、機械を超えたような主観的な実在を思わず感じてしまう」と述べている<sup>(注10)</sup>。

これらの試みは、これまでの知能ロボット開発とはまったく様相が違い、プログラマーがロボットに搭載した初期プログラムはユーザーに対して支配的ではなく、ロボットがユーザーについて学習し自己のプログラムを変更するという新しいあり方の先駆けをなしている。われわれもまた、このようなロボットでなければ、純粋に人間の側の利便だけを追求する場合においても、人間の満足のいくケアは得られないと考える。したがって、このようなプログラムを「谷式アルゴリズム」と名づけ、姿勢支援ツールに必要なプログラム開発の方法として考えていく。

## 第2節 アイボを超えて

たとえば、具体的に、パートナーロボットとして人気が出たソニー・アイボの場合では、知能や学習能力が宣伝されているものの、実際にはプログラマーが出荷時に仕込んだ選択肢のフィールドを一步も出していない。アイボの場合も、学習するのはユーザーであり、ロボットは学習しない。ロボットはあらかじめ仕込まれたプログラムの許容範囲でユーザーに対応するだけである。

たとえば、ユーザーはアイボが用意した「1万通りのお手」の中から好きな「お手」を選んで遊ぶことができ、ユーザーがそれに飽きたら他のものを「1万通りのお手」から選択して見せる。ユーザーはこの時点でアイボが知能を持つ存在と間違える。しかしユーザーの要求がその選択肢に含まれていない場合は対応できず、ロボットが学習により自分の知らないことを学び自身が成長するという本来の意味での「学習機能」は発生しない。ユーザーがアイボに飽きるポイントはここにあり、ユーザーからの自らの許容範囲を超えた欲求に対応できないロボットは、当然ユーザーの気ままな欲求に応える支援ロボットとしては機能できず、自らにとり未知の環境に置かれた場合もまったく対応できない。

アイボの生みの親として知られるソニー・土井利忠氏も『心と脳の正体に迫る』(PHP)の中で次のような種明かしをしている。「アイボの機能は全部作りつけだから、学習にしても成長にしてもパターンが全部用意されていて、どのラインを辿るかによってことだけが選択される。アイボの性格もいくつかのパターンが決まっていて、そのどれかに落とし込むというだけ。だから、設計者の予想を超えた反応を示すアイボというのは簡単にはできない」。

現在、土井氏のソニー・インテリジェント・ダイナミクス研究所では、以上の点について反省し、アイボの限界を超えて「人間を飽きさせない知能」を開発するために、ヒューマノイドロボット QRIO を使った新しい実験がはじまっている。そこでは従来の人工知能の流れから飛躍し、計算論的神経科学・構成論的脳科学・身体性認知科学・認知発達ロボティクスの4分野が統合された新しい領域が提唱されている。シニアリサーチャー・下村秀樹氏は「アイボもQRIOも最先端の技術を惜しげもなく投入したロボット。しかし、プログラミングの作業を終えた時、このロボットはこれ以上発達しないんだと気がついた。エージェントに求められるのは、発達し続けること、人間の働きかけを受け入れること」と述べている。

われわれは、土井氏や下村氏のように、最前線の開発者たちが知能ロボットの現状について正直に語りはじめたことを、大変に面白い事態の進展であると受け止めている。

## 第3節 ココロや意識はどこに発生するか?

したがって、姿勢支援ツールにおいても、われわれが開発すべきプログラムとは、まさにプログラマーが仕込んだ「初期情報群」の書き換えを可能にするプログラムなのである。具体的には、ロボットに「初期情報群」として搭載する内容はどんな内容であってもよく、問題はその初期情報群に対してユーザーが持つ個別情報群を使用のたびごとに内部に取り込み「現在の情報群」として書き換えていく能力であり、このような構造を可能にするプログラムを構築することである。「現在の情報群」として存在できることだけが「学習」の証しになる。

それは人間の場合においても同様で、「学習」とは自己にとっての未知な情報を取り入れ自分が変化していくことだからである。ロボットが知能を獲得しいわゆるロボットとしての「心」や「意識」を宿す場合にも、



そのような「心」や「意識」とは、次々と「現在の情報群」として自己を更新していく学習状態の内部においてのみ発生する時系列的な出来事のはずである。

#### 第4節 対話的デザインの方法

以上の意味で、谷氏による研究は非常に興味深いものであり、われわれは「谷式アルゴリズム」について研究し、それをさらに身体的に実装することにより「学習」の問題を検証していく。

具体的には、ロボットが知能を獲得するためには身体性が不可欠であり、その身体性への依存度をさらに高めるために、対象となるロボットを身体に対して客体的に対峙させず、それを衣服として身にまとうことでユーザーとロボット間に密接な関係を構築し、ユーザーとロボットの日々の対話によりロボットの知能を開拓するという「対話的デザインの方法」を採用する。この結果、ロボットがユーザーについて学習するだけでなく、学習の記憶はロボットである機械(モノ)の側にも独立して蓄積されることになり、この記憶を表現できるなら、ゆくゆくは人間とはまた違う「心」や「意識」を持つ存在として「ワタシはアナタを覚えています・・・」とユーザーに語りかける、これまでにない知能ロボットが誕生することが期待される。

## 第8章 姿勢支援ツールは地上でも使える



写真 18 ロボノートによる変動重量環境における姿勢構築実験 [提供:NASA]

### 第1節 姿勢支援ツールにより大きな国民的ニーズが生まれる

姿勢支援ツールは、宇宙環境における使用だけではなく、地上でも介護ロボットとして、或いは一般人のための日常生活支援用ロボットとしても、さまざまな用途において使用することができる。

われわれは「地上における身体問題」を解決するためにも、姿勢支援ツールの使用を提案していく。いま国民が生活の中で直面する大きな課題のひとつは、「身体」の問題である。人びとの自らの「身体」に対する不安には深刻なものがあり、その不安を解消できる現代的な方法を提供できるならば、そこには大きな国民的ニーズが生まれる。たとえば、いま小子高齢社会に突入したわが国の大きな不安のひとつは、老後における介護の問題であり、予想される介護者の不足に伴う自己の「身体」に対するケアと情報環境整備の問題である。したがって、姿勢支援ツールをこれらの問題解決に役立つ社会技術として登場させれば、その存在意義は社会的にも十分に証明される。



## 第2節 多関節ロボット

われわれは、以上の観点から、JAXA宇宙先進技術グループが開発した多関節ロボットに注目している。多関節ロボットの特徴は、誰もが驚く「なめらかな動き」と多関節ゆえの環境への多対応性である。この特徴を生かしてさらに超・多関節の方向に、またマイクロロボット等を含む微細な多関節ロボットの方向に発展させれば、人間の特定の関節部位のみを支援することもでき、各部位支援を統合して身体全体を支援することもでき、さらに繊細さを必要とする衣服型ロボットとしても展開できる。また、それを空間型として拡張すれば、手すりロボット・椅子ロボット・ベットロボット・壁ロボット・床ロボット等として、空間型ロボットとして発展させることもできる。



写真 19 多関節ロボット [提供:JAXA 総合技術研究本部宇宙先進技術研究グループ中島研究室]

## 第3節 福祉施設・医療施設の変化の見込み

たとえば、現在の日本の福祉施設や医療施設においては、介護ロボットは、それが被介護者との身体接触型であればあるほど、いまだ「硬く、こわい存在」のままである。一定の動作をユーザーの反応に関係なく行使するだけであり、身体にやさしく接触できるロボットはいまのところ存在しない。そのため、通常の福祉施設側が介護ロボットなどの人工物の導入に熱心であるとは言い難く、その悩みは多くのロボット開発現場で共有されている。実際、介護現場ではその場その場の対応に追われているのが実状であり、このようなロボットの開発実験にゆっくり付き合っている時間はない。

しかし、一方で、現在の日本の被介護者たちは必ずしもすべての者が「人対人」による人間的なケアだけを期待するのではなく、人工物との新しい関係も求めている。特にこれから高齢者になるハイテク世代としての団塊世代では、日本的な閉鎖的人間関係を敬遠する傾向もつよく、自立のために新しいものを求める意欲は旺盛である。また、何よりも日本では人口減少の問題から介護者の不足問題が大きくクローズアップされることが決定的であり、この点からも被介護者の自立が求められ、介護現場が大きく変化していくことは十分に予想される。したがって、われわれが姿勢支援ツールを「やわらかいロボット」として介護ロボットに応用させることが出来るなら、福祉施設などにおける人工物に対する受容態度を大きく変化させることができる。

## 第4節 「かたいロボット」から「やわらかいロボット」へ

「かたいロボット」を「やわらかいロボット」に変換するに当たっての最大の課題は、第6章において述べたように、寝起き支援・歩行支援・食事支援などの介護ロボットによるケアが表面的にはどれほど効果的であっても、被介護者の身体に直接触れる機械的な力の行使が一方通行であるため、被介護者には外部からの強制力として映り、本能的な反発力を無意識に身体に引き起こしてしまう点である。その限り、介護ロボットは表面的なやさしさの印象をどれほど実現しても「かたいロボット」のままであり、被介護者の不安を解消できない。

したがって、われわれは、この反発力の構造を解明することで、反発力が起きる直前でそれを除去するシステムを介護ロボットに持たせることを考えた。つまり、「介護という名の外部からの強制力」を調整する技術をロボット自身に導入する必要があるのである。これまでの科学技術には、このような身体への「外部からの強制力」に対する調整力が不足していた。そのため、われわれがここを改良できれば、現在の社会技術にブレークスルーを引き起こすことは可能であり、次世代的な科学技術誕生の一シーンを牽引できる。



## 第5節 人工物と人間の関係の根本的変革

このような研究の社会的意義は、ロボットがユーザーに対して威圧的・機械的ではなくなる条件を提示すること、つまり、人工物と人間の関係を根本的に変革することである。われわれの目指す研究では、ロボットは与えられた仕事を一方的にユーザーに果たすのではなく、先に述べた「現在の情報群」として自己を書き換えていく能力をもつロボットとして、いかに働くかを日々の生活の中でユーザーから学習する関係である。このような関係においてはじめて、ユーザーは安心して自己をゆだね、ロボットに愛着を持つことが可能になると思われる。ユーザーに新しい自立意識が芽生えることも可能であり、それによりユーザーが抱くロボット全般に対する消極的感情は大幅に緩和される。その成果を広く社会に還元すれば、市民社会における人間とロボットの調和的関係の実現と普及に貢献できる<sup>(注11)</sup>。

## 第6節 分身としてのロボット

このように、われわれの「対話的デザインの方法」とは、完成されたロボットを使用者に届けるという従来のあり方とは異なり、ユーザーがロボットとの日々の交流のなかでユーザーについてロボットに学ばせ、それによりユーザーがロボットの知能を開発し、未完成のロボットをユーザーの欲求に従い時間をかけて成長させるという方法である。この方法の最大のメリットは、ロボットがユーザーの「分身」のような関係で育つため、ロボットはユーザーに対して威圧的・機械的ではなく、「ロボット＝子供」「ユーザー＝親」のような関係として親密になり、結果としてその使用感覚は「やわらかさ」に満ち、この育成を通じてユーザーにこれまでにない「親」としての自立意識が芽生える点である。このような関係であれば、「親」は「子」の自立を願うものであり、ロボットの「自立」も無理のない形で実現されることが期待されるはずである。

# 第9章 宇宙での生活空間デザイン



写真 20 ジェミニ 11 による Space Flight [提供:NASA]

## 第1節 生活空間デザインの変化

こうして、宇宙環境において、人びとが姿勢支援ツールを使用し 0G～1G 間において自由な「姿勢」を形成しつつ生活することを考える時、それは現在の地上の人びとのふる舞いや生活習慣とは大きく異なるものであり、それにつれ国際宇宙ステーション・宇宙ホテル・月面・火星などにおける居住空間デザイン、情報デザイン、ライフスタイルデザインなどの生活空間デザインも大きく変化することが予想される。建築やデザインの方法も、提供すべき情報の内容も、身体系の変化に対応した改革が求められるからである。

## 第2節 微小重力環境において、いかに移動するか?

微小重力環境において、A 点より B 点に移動するためには、手すり等へのつかまり移動以外の場合、床・壁・天井を手で押すか、或いは足で蹴るかの方法しか存在しない。したがって、その押し方・蹴り方のつよさが、その到達速度と到達距離を決定することになる。特に大空間の場合には中空に停止しないためにもその押し方・蹴り方の強度が重要になり、また床・壁・天井がもつ弾力性なども重要で、それらの結



果により人間は手足のみが異常に発達した姿に自己を変形させていくことが予想される。このような微小重力環境は、姿勢支援ツールと空間機能をいかに設計するかにより、人間の身体的変形の度合いを決定できる世界なのである。

また、遠い未来を見越した身体デザインを意図しない場合には、足は地面或いは床面が存在しない環境では不要になるため、原則的に手としての変化(進化)の道を歩むことになる。四手の人間の登場である。或いは二手二足の人間的形態を維持したい場合には、人工的な身体デザインが必要となり、人工的に足の変形を止めるための何らかの方法が必要になる。或いは他の解決方法として、足の維持のためにつねに足が地面に触れている人工床を導入することも考えられる。

### 第3節 微小重力環境において、いかに「姿勢」を構築するか?

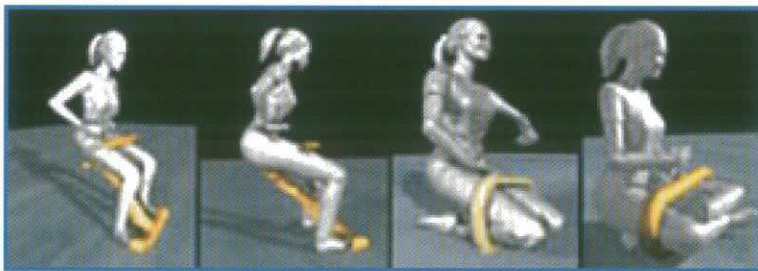


写真 21 インフレータブル身体固定具 [提供:エルナン・ロレンツォ/清水建設宇宙開発室]

微小重力環境において、「姿勢」を構築するためには、床・壁・天井或いは空中に設置された身体固定を可能にする部位が必要であり、そこに姿勢支援ツールが協同してその人間に必要な「姿勢」を構築する必要がある。一般的に、地上と同じ作業・行為の場合には腰を中心に身体を固定することが求められ、清水建設宇宙開発室による椅子のデザインにはこの観点から優れたものがある(写真 21)。また、それに似たものとしてミュンヘン工科大学によるスペースチェアというものもある。いずれの場合も、身体を固定する部位として椅子・テーブル・ベッド等の家具類が求められるが、それをどのように設計するかにより姿勢支援ツールの使用も影響を受け、構築される「姿勢」も異なってくる。家具類の設計と姿勢支援ツールの使用方法の工夫により、地上的のアナロジーでは考えられないまったく新しい「姿勢」の構築も可能になるはずである。

### 第4節 微小重力環境において、いかに既存の身体機能を維持するか、或いは改革するか?



写真 22 Russian Sokol Suit [提供:NASA]

微小重力環境において、既存の身体機能を維持するためには、足がつねに地面に接するための人工重力と人工床を設計する必要がある。そして、可能なかぎり地球環境と同一の環境を構築し、姿勢支援ツールも使用することなく、地上と同じ生活をする必要がある。そこでは地上で培った身体スキルが有効になる必要があり、さまざまな地上における身体機能維持法が有効でなければならない。

逆に、まったく新しい人間活動を想定し既存の身体機能の改革を積極的に意図する場合には、長期的展望に従った身体デザインが必要になり、空間機能の設計と姿勢支援ツールの使用を調整することで、新しい身体改革への道が開

かれる。特に、長期の宇宙滞在者或いは宇宙永住者を対象とする場合には、劣化する身体機能は補強せず劣化にまかせ、その環境において必要な身体機能のみを増強させる新しいデザインが考案されることになる。このような場合には、身体像の根本的変化が発生することが予想されるため、その変化を受容できる新しい倫理観や精神教育の実施もまた必須のものとなる。



## 第5節 微小重力環境において、いかに他者間の関係、及びコミュニケーションを調整するか?



写真 23 国際宇宙ステーションの  
宇宙飛行士たち [提供:NASA]

微小重力環境において、二人以上の人間が同一空間に存在する場合には、脳は脳が存在する頭部を身体の「上」と考えるため複数の「上」が存在し、知覚上の混乱が生じる。そのため、他者との正常なコミュニケーションを望む場合には、姿勢支援ツールにより二人以上の人間の身体の向きを同一方向に修正し、お互いが正面から対面できるように調整する必要がある。一般的な対話をこえた親密なコミュニケーションを求める場合には、両者の間にさらに特別な「姿勢」を構成するなど、姿勢支援ツールの役割は重要である。

また、長期の宇宙滞在者或いは宇宙永住者を対象とする場合には、第4節の場合と同様に、脳の改造を含めた根本的

な身体改造計画が浮上する可能性がある。現在の人間の脳は、重力環境において床・壁・天井の区別のある空間で正常に機能する。微小重力環境において床・壁・天井の区別のない空間に一定期間人間を滞在させるとどうなるか? 脳科学や心理学の観点からは、脳が眠り出すか発狂するかも知れないことが予想されているが、環境への適応の原則や姿勢支援ツールの使用により、睡眠も発狂もせずに機能する新しい脳が誕生する可能性も考えられる。その場合には、同一空間に複数の「上」が存在しても、新しい脳が内部で情報を組み替えることで知覚上の混乱はなく、コミュニケーションもそれぞれバラバラな方向を向いたまま実現されることになる。

## 第6節 宇宙においてあらためて、「自然か、人工か?」



写真 24 国際宇宙ステーションで成長  
する植物 [提供:NASA]

こうして、微小重力環境における身体問題を考えるだけでも、身体に直接的影響を与える人工物を宇宙環境にどのように持ち込むべきか、テクノロジーをどのような許容範囲で使用すべきか、その差が将来的に非常に大きくなることが予想されるため、それらの判断は進化の観点からもきわめて重要なものになる。そして、その場合にも、第2節～第5節で述べたように、短期宇宙滞在を目的とする宇宙旅行者が対象の場合と、長期の宇宙滞在者或いは宇宙永住者が対象の場合とでは、判断は別れる。さらに、後者の場合でも、どんな活動意図を想定しそのためにどんな身体デザインを構想するかにより、必要なテクノロジーは異なってくる。

たとえば、われわれは、人間として二手二足を維持したいのか。四手の人間になってもいいのか? また、脳の改造も含めた身体改造も必要であれば実行するのか。つまり、われわれは宇宙環境において、テクノロジーをこれ以上身体に行使しない方向を選択するのか、或いは逆に、有効と思われる一切のテクノロジーを開発し導入するのか。自然か、人工か? これは、かつて地上において問われたように、宇宙環境においてもあらためて問われる重要な問いである。むろん、その選択は人間の自由である。しかし、どちらの方法を選択するとしても、そこには明確な判断基準が必要になるのである。

## 第7節 新しい身体観・世界観・宇宙観が必要

こうして、人類が宇宙開発を持続させ、しかも単なる地球文化の延長ではないあらたな宇宙文化の創造を志向する場合には、われわれはこれまで考えたこともないような奇妙な問題群に直面することになる。そこでは、まったく新しい身体観・世界観・宇宙観が求められることは明らかである。たとえば、現在のわれわれが地球的感觉により人類として二手二足を維持したいのか、四手の人間はどうかと問うてみても、質問自体のリアリティがわからない。しかし、宇宙開発の現場においては、椅子一つのデザインの決定が将来の身体形状の変化に影響を及ぼすのであれば、地上とは事情が大きく異なっている。

このように、宇宙開発においては、それがどれほど荒唐無稽なテーマに見えようとも、現在の決定が遠



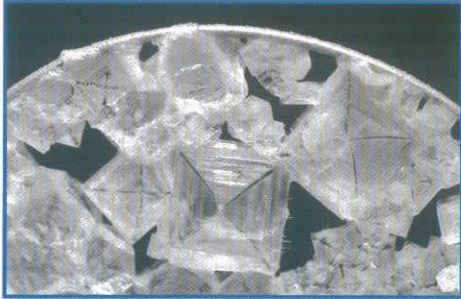


写真 25 国際宇宙ステーションで成長する結晶体 [提供:NASA]

い未来に影響を及ぼす可能性があるテーマの場合には、時期早尚として考える必要のないものではなく、まさに現在、人間の叡智を総動員して取り組むべきテーマであるということになる。たとえば、第4章第7節に挙げた養老氏の「脳の3倍化」のテーマの場合にも、地球的感觉では荒唐無稽であっても、宇宙環境においては先見の明に満ちた有力な提案として直ちに採用される可能性もある。奥野卓司氏(関西学院大学教授)も『人間・動物・機械』(角川 one テーマ 21 2002 年)において、このような可能性に触れながら、「脳が何らかのインターフェースを使って、仮に人工脳とでも言うべきものに置き換えられたとき、そこで考えられたことはその人間の思考と言えるの

だろうか?」と述べている。

脳と人工脳との関係が現在のわれわれにはわからない以上、われわれはこの問いに答えることができない。何を言われているか質問自体を理解できないからである。しかし、問題なのは、理解できないにも関わらず、つまりわれわれのリアリティをもっては対応できない事態であるにもかかわらず、技術は先行して人工脳をつくりだすということである。これが技術の本質であり、地上においては技術は人間を待っていてはくれなかった。しかし、だからこそ、宇宙においては同様の目に会わないために、「科学技術と人文社会科学の融合」の必要性をつねにかかげ、技術に先行されない状態をつくりだしていく必要があるのである。或いは、いかなる技術が登場しても、それに後追いではない能動的な対処の仕方を用意しておく必要があるのである。

#### 第8節 火星住民から絶縁を宣言されないために?

1990年に発表された大林組による『マース・ハビテーション構想』においては、当初火星開発は地球住民と火星住民との密接な共同作業として開始されたにもかかわらず、やがて火星住民による火星元年が宣言され、地球住民は火星住民から離別を告げられてしまう<sup>(註 12)</sup>。その理由は、宗教・思想・文化を異にした火星住民の豊かさに対する地球住民の嫉妬として描かれている。火星住民からこのような絶縁を宣言されないためには、地球住民はいまからどのような準備をしておけばよいのか? 親子であれば、親は子の独立を想定した生き方をはじめから選択することもできる。しかし、地球住民と火星住民の場合は、親子の場合もあり、地球住民が火星住民を利用して生き延びていきたいという野心が隠されている場合もあり、関係は複雑である。少なくとも、いま確かなことは、火星住民が地球住民の今日の決定を抜きには誕生しない以上、火星住民のいかなる行動の原因もすべて地球住民にあると言えることである。

的川泰宣氏(JAXA 執行役)は、「宇宙への生活圏の拡大は、人間に地球を見直し、あらたな地球観・人間観を獲得するように求めているように見える。海に生まれた生物は、その進化とともに住みかである地球への支配を強めてきたが、現在は自己の招いた地球破壊の結果に悩み始めた。この意味で、現在のヒトは、地球上の生命にとって画期的な、ある意味で非常に危険な段階を過ぎつつあると言える」(『宇宙人類の誕生』NHK 出版 2001 年)と述べている。21世紀になり、われわれが宇宙時代に本格的に入ったということは、的川氏の言う意味においてヒトとしての重要な選択の時に入ったということであり、これまで考えたことがない問題群への取り組みを通じた人間自身の新しい自己変革が求められているということである。



## 第 10 章 21 世紀デザイン

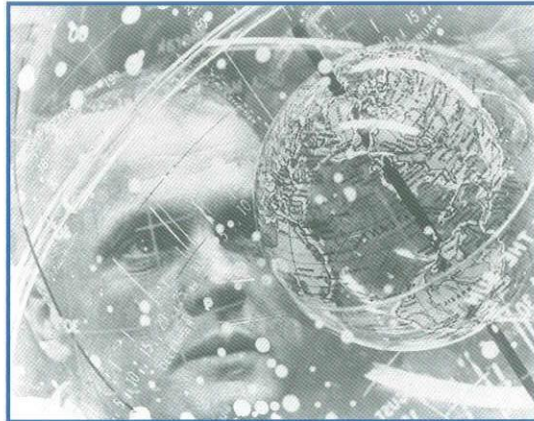


写真 26 1962 年の宇宙飛行士 John H. Glenn Jr [提供:NASA]

### 第 1 節 知能をもつモノたちの登場

姿勢支援ツールが成長し、真に知能をもつロボットとしてユーザーを支援することになれば、それは「人間と対話する機械(モノ)」或いは「人間を記憶する機械(モノ)」の誕生であり、これまでの人間の歴史に存在しない出来事のはじまりとして、「人間と機械(モノ)の関係」にまったく新しい次元の変化が起きることになる。インターネットが電子世界における人間にとっての情報ネットワークを形成するように、「記憶を宿す機械(モノ)」たちを互いに連結すれば、機械(モノ)の世界においても別次元の新しい生命的ネットワークが形成される。このような生命的ネットワークをバーチャルリアリティとして表現すれば、機械(モノ)は人間の分身として親しい存在になり、人間は機械(モノ)との間で新しい会話を始める。機械(モノ)が人間の分身なら、人間はこれまでと同じ感覚で機械(モノ)を乱開発し粗末に捨てることはできない。

### 第 2 節 人間を記憶するモノたちと生活する?

たとえば、人は誰でも少年や少女時代などの故郷の家になつかしい思い出を持っているだろう。しかし、この時なつかしく故郷の家を覚えているのは人間であり、故郷の家が人間を覚えているわけではない。それが、故郷の家の方でも人間を覚えていて、「久しぶり、こんにちは・・・」などと返事をしたとすると、どういうことになるだろう? 人間の脳にのみ記憶装置があるのではなく、故郷の家も独自に記憶装置を持ち自立して存在していることになる。同じく、ふだん使っているわれわれの椅子がわれわれのことを覚えていることになったら、その事実を発見した瞬間から、椅子によるわれわれに対する配慮も別に存在することを知って、われわれの椅子に対する態度は一変するだろう。

さらに、たとえば 1985 年に垂直尾翼を破損して御巣鷹山に墜落した日航ジャンボジェット機の場合も、パイロットには機体の損傷部分が最後までわからずなす術もなかった。しかし、このような記憶を宿すモノたちのネットワークとして機体が接続されていれば、パイロットは機体の記憶作用により機体の状況を把握でき、それが機体のいずれの部分の損傷によるものかを把握でき、何らかの対策を講ずることができたかも知れない。機体は人間の身体に接続するものとして身体化されており、パイロットは同じ身体の損傷として感覚的にその痛みを認識できたからである。

さらに、「記憶を宿す機械(モノ)」たちによる生命的ネットワークをバーチャルリアリティとして表現すれば、われわれと家族が火星と地球ほどの遠方に離れている場合にも、われわれは家族に実際に対面しているように、新しい質をもつバーチャルリアリティとして触れることができる。

### 第 3 節 知能発生の現場を日常的に目撃する

むろん、現在の知能ロボットの開発レベルにおいては、このような期待がすぐにわれわれの日常生活で実現されることはないだろう。しかし、初歩的なものであれ、或いは擬似的形態であれ、そのような構造が



現実のシステムとして導入されるならば、それは素晴らしいことになる。ヒナ型であっても、それが現実機能するものであれば、人間は機械(モノ)の側における知能発生の現場を日常的に目撃していくことになり、人間は必ずそれを発展させたいと思うからである。そのことにより、人間の認識は根本的に変化し、これまで考えたことがない問題群に対する取り組みへのヒントを得るとともに、宇宙開発等を対象とした今後のあるべきデザインについて具体的にイメージすることができるようになる。

#### 第4節 21世紀デザイン

こうして、身体環境と情報環境の大きな転換の時代に置かれている現代のわれわれが、姿勢支援ツールの使用により新しい身体・モノ・情報のネットワーク環境を成長させていくなれば、その社会的意義は大きく、人びとの生活は十分にクリエイティブなものに発展できる。

これまで人間は、自然を支配し、モノを支配し、それに疲れた時に孤独を感じて友人や恋人や家族を過剰に求め、或いはまた人間としての弱さを克服するためにさらに自然支配を強め、地球に対する環境破壊を繰り返してきた、とも言えるだろう。しかし、このようなネットワーク環境においては、はじめに人間とモノの関係が変化して、人間はモノに対してこれまでとは違う対話をはじめ。そして、このようなモノとの新しい関係により、度々感じざるを得なかった人間の本質的孤独も性格を変化させ、人間がより環境的な存在になることにより、家族とのあり方やコミュニケーションのあり方も大きく変化するかも知れない。

こうして、以上のシステムは、「ヒトとモノの関係」と「ヒトとヒトのコミュニケーション」を変化させ、これまでとは違う関係世界を生み出して行く可能性がある。このような、身体・モノ・情報をめぐるあたらしい総合性の構築こそ、今後の21世紀デザインの基礎を形成すべきものである。

#### 第5節 未来身体～物語のはじまり

われわれには、人間はいま個別化の欲求と身体拡張の欲求のただ中にあり、宇宙に出てさらなる進化を遂げるために、或いは地上において今後予想される困難を回避しさらに発展するために、これまで存在しなかった情報システムを含む身体支援ツールを身体に装着することを望んでいるように見える。われわれは、身体支援ツールの身体への装着、そして身体との合体というイメージから、人間と機械の関係におけるさまざまなケースにおけるその是非を問いながら、人間の「未来身体」について探求していく。「姿勢の進化史」を過去・現在・未来と辿ることで、これまでのように科学技術のみが先行する生活デザインに頼るのではない、もっと人間の身体とテクノロジーが共存した形式における、生命に満ちたより総合的な新しい文化に到達したいと願うからである。

#### 第6節 宇宙文化～ある日、宇宙で

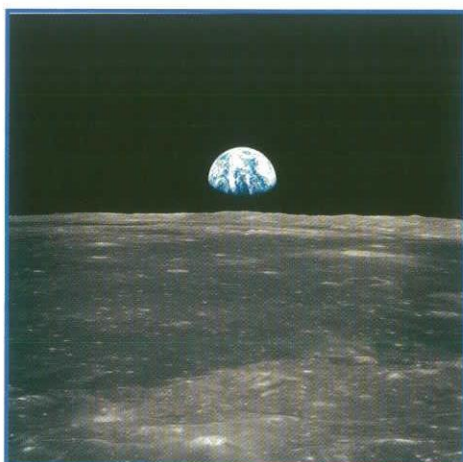


写真 27 月から見た地球 [提供:NASA]

池澤夏樹氏(作家)は、「地上から宇宙に進出するヒト」と、「宇宙で誕生するであろうヒト」との関係について、次のように述べている。「私たちの子孫は宇宙的な進化を遂げるかも知れない。まるで違う生理システムを持つ知的生物が星から星へ飛び交う日がいつかは来るだろう。彼らはもう地球には住めない。私たちの目から見れば怪物。でもその子たちから見れば私たちが怪物。地球の外で生まれた最初のヒトの子。地球は母の故郷ではあってもその子の故郷ではない。スター・チャイルドにとっては外惑星を回るステーションが故郷になる。帰ることに意味があるのかどうか、その子は考えねばならない」(『宇宙人類の誕生』NHK 出版 2001年6月)。

われわれは、このようなスター・チャイルドの場合においても、スター・チャイルドが人間が宇宙に持ちこむ技術とは無関係に誕生し、スター・チャイルドが感じる深刻な悩みに対しても何も関与できないとするならば、結局のところ、人間の宇宙に対する全体性の努力も無力に終わることになる、と考える。なぜなら、人間の技術が宇宙に対して有効である



ならば、必ずスター・チャイルドの誕生にも技術的に関与して何らかの影響を及ぼすはずだからであり、スター・チャイルドが人類の科学技術の申し子ではないとしても、少なくとも地上から宇宙に進出するヒトの延長か或いはその混合によるもので、現在のわれわれと密接な関係を保つはずだからである。われわれは、スター・チャイルドとの間にそのような親しい関係が存在して欲しいと思う。

・・・やがて、ヒトは、分身ロボットと情報システムを身に着けて宇宙に進出し、モノのネットワークと情報のネットワークがリンクする創造的環境を宇宙に持ち込む。ヒトは、宇宙に進出することで知能を持つモノたちをより明確な形で育て、宇宙の日常のなかでそれらのモノたちと生活することで宇宙をあらたな記憶で満ち、それらのモノたちを身体化することで自己の進化も同時に果たす。そこから地上では予測できなかった新しいヒトが生まれる。そして、知能を持つモノたちが地上にも登場することで、地上生活にも新しいステージが訪れる。

## 第 11 章 おわりに～今後の計画

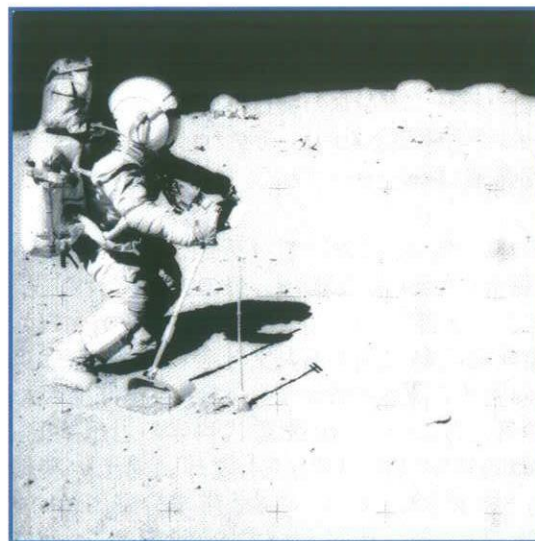


写真 28 アポロ 16 号 月面歩行する宇宙飛行士 [提供:NASA]

人間の身体をやわらかく支援することができるロボット、科学技術における一つのブレークスルーを記録するであろう協調型ロボットは、いまだ世の中に登場していない。われわれは現在、本稿における提案を具体化するために、姿勢支援ツールを姿勢支援ロボットとして開発し、それを使用した人間の新しい生活デザインを描くプロジェクトとして、『未来身体ラボ～人間のからだの未来と宇宙文化』を計画している。

今井賢一氏(スタンフォード日本センター理事長)は著書『情報技術と経済文化』(NTT 出版 2002 年)の中で、「空海は仏教の真髄を求めて唐に行っている。それは現代においては宇宙船に乗るような冒険であったにちがいない。いま可能なビジョンは、われわれの分身を宇宙に送り込み、われわれが自己の分身とコミュニケーションを行うことである。私は宇宙にいるみずからの分身と交信して新たな情報系に近づくことができるであろう」と述べている。われわれのプロジェクトにおいても、ヒトの動きを情報化して分身ロボットとして構成し、それをレーザー光線に乗せてある星に向かって送り込み、そこまでの軌道上において可能になる宇宙ダンスを構成するというプランを考えている。それは、われわれが獲得したい宇宙についての情報が、科学的データとしてだけでなく、「身体性」の観点からも解釈できるデータとしても獲得したいからである。そのためには、われわれの身体と地続きと感じられる分身ロボットがどうしても必要になってくる。

明日ではないとしても、しかし 2025 年以降に加速され、確実に訪れるであろうと予測されている人間とロボットとの共存社会。やがて訪れるその社会に対してわれわれも一枚のロボットの「絵」を提出し、ロボットとともに営む人間の新しい生活プランを提案したい。宇宙とは、このような探求を行うためにも絶好の場所である。われわれの時代にも、未知の開拓を行う多くの新しい空海たちが必要になっている。日本からは JAXA、ヨーロッパからは ESA(ヨーロッパ宇宙機関)の協力を得て、また関係研究機関・関係企業の参



---

加を得て、われわれなりに壮大な構想をもつわれわれの実験的プロジェクトを成功させたいと思う。

## [注]

【注 1】 1938 年ロサンゼルス生まれ。大学で数学を専攻、大学院を中退して SF 作家へ。70 年代、最も早くから執筆にコンピュータを採り入れた作家のひとり。代表作に『リングワールド』がある。

【注 2】 現在、福原プロジェクトとして、『未来身体ラボ～人間のからだの未来と宇宙文化』の準備が進行中。「身体性」をキーワードに、①宇宙開発(姿勢支援ロボット開発)②マン・マシーン・インターフェイス開発③高齢者文化開発の三開発テーマに取り組み、その成果を内外都市においてイベントとして発表し事業化する計画で、9 月よりスタートの予定。

【注 3】 日本の舞踏家は、身体と空間の関係を表現する環境的ダンスの担い手として、欧米文化より、また認知心理学の立場より、高く評価されている。舞踏家の動きは、欧米ダンスよりも根源的に、身体が重力との密接な関係において存在していることを表現するためである。福原プロジェクトでは、身体と空間の関係をテクノロジーの成果を取り入れて表現し、2001 年に国連本部で公演し、以下の評価を得た。「ニューヨーク国連本部で上演されたスペースダンスの美しい公演に対して、心からのお礼を申し上げます。スペースダンスは、日本の舞踏ダンスと建築とメディアテクノロジーによる真に魅惑的なコラボレーションでありました」国連事務総長補佐秘書室(ニューヨーク)。

【注 4】 JAXA も 2003 年度のパンフレットにおいて、「近代において分断されがちだった科学技術と人文科学、芸術、社会科学などが融合したあらたな総合分野の方向を示すこと。この総合こそが、宇宙利用によって芽生える宇宙文化なのです」と書いている。以上の認識については、国内では未来工学研究所の『平成 11 年度、我が国の宇宙開発活動に関する人文社会科学的観点からの課題に関する基礎調査』においても、「ポスト近代科学を模索する流れのなかで、今日、宇宙開発も大きな転換を求められており、機械論的な世界観と自然支配の考え方に結びついた近代科学の思想基盤によって発達してきた巨大科学技術としての宇宙開発は、冷戦的科学技術思考からも脱却し、新しい時代に適応した自己改革と新たなアプローチを求められている」と指摘されている。バイオ産業分野においても、歌田勝弘・味の素(株)相談役は『バイオ産業革命』(学生社 2001 年 7 月)において「20 世紀は、つねに科学技術が先行して、人文科学が後ろをついて行った時代。それに対して、21 世紀においては、倫理観の問題、人生とは何かという哲学、生命観や宗教心、社会学、法規制の問題など、人文科学との本格的な融合をはかっていくべき時代である」と述べている。

【注 5】 「身体性」は本稿におけるキーコンセプトであるため、インタビューとして、佐々木正人氏(東京大学大学院情報学環教授)からは『姿勢とは何か?』を、佐倉統氏(東京大学大学院情報学環助教授)からは『身体知が後追いになることの科学的意味』をいただき、本稿を補完するものとした。

【注 6】 ロボットが独立の力をもつ時に生じるであろう問題とは、ロボットの自立を警戒する SF の巨匠アイザック・アシモフによるロボット三原則に見られる通り、これまで SF などが繰り返し描いてきた普遍的なテーマで、成長したロボットが人間の扱いを不当に思い反乱を起こしたり、人間の利害と反する形でロボットが自らの世界を形成したりするというものである。現在のロボット開発レベルにおいてそのような主体的なロボットが登場するとは考えられないが、しかし川人氏らのプロジェクトにおいてもすでに、その技術が「人間と同等の能力をもつロボット」を将来的に開発する可能性があるため、開発と使用にあたっての倫理上の基準を同時に検討していくという。そのようなロボットが人間に悪用される場合などの弊害も含め、いまからいろいろ考えておく必要があるというわけである。

【注 7】 一般のダンスについては、三浦雅士氏(舞踊評論家)は『身体の零度』(講談社選書メチエ 1994)において、「二十世紀末の現在、舞踊はいまや最大の芸術になっている。身体とかたちと動きを自在に組み合わせる舞踊は、頭や手や足といった部分にまつわる人間の身体の神話を一度すべて解体し、その



---

後に、まったく新しい神話をかたちづくろうとする試みであるといっている。舞踊は人類とともに古い。それは、身体によって、宇宙における人間の位置を確認する行為だった。この身体の新しい地平は二十一世紀にむかって大きくひろがっているが、しかし、それをめぐる考察はいまはじまったばかりなのである」と述べている。ダンスが三浦氏の言うように時代とともに勢いを増しているのはなぜなのか？ それは、90年代後半より現代社会は情報社会に本格的に突入し、「情報」があふれるほど一方でリアリティの根拠としての「身体」が重要になるため、社会の方が無意識のうちに「身体」を求めはじめたからだろう。その一つの証拠が、養老孟司氏の『バカの壁』(新潮社)の爆発的売れ行きであり、この本には「身体を求める声」が大きな底流として流れている。つまり、このような「身体」を体験させる社会的装置として、スポーツとともにダンスもまた新しい角度から注目され、幅ひろい需要を開拓しているということである。

【注 8】 チューブ空間は本稿における JAXA との共同研究においても、つくば宇宙センター・慶応女子高校・日本科学未来館などにおいて展示されて好評を得、朝日新聞(夕刊 2004年10月8日)にも紹介された。本年秋より1年間、多摩六都科学館において常設展示されることが計画されている。

【注 9】 佐々木正人『知性はどこに生まれるか』(講談社現代新書 1996年)。佐々木氏はこの中で「ぼくらが死ぬまで絶え間なくしていることの一つに、環境の安定している枠組みを探りそこに位置を定める、ということがある。それは具体的で、身体的で、目だたず、ひそかに、止むことなく続いている意識である。このことはふつう姿勢とよばれている。もっとも基本的な姿勢は、重力への定位であり、それは生のいとなみの根本である。どの多細胞動物も重力の方向に定位するための仕組みを発達させてきた」「これからもぼくらの活動が環境の違うレベルに出会うことで、新しい知覚のシステムが登場し、いまあるシステムの関係のすべてと、個々のシステムの活動が変化する可能性がある」と述べており、われわれの本稿における「姿勢論」を形成するための貴重な基礎となっている。

【注 10】 『学び行動するロボットから人を知る』(理研ニュースNo.,286 April 2005)より引用。谷氏の論考は『ロボットフロンティア』(岩波講座・ロボット学)に掲載されている。その他には以下のものがある。「Tani Jun, Ito M., and Sugita Y.; “Self-organization of distributedly represented multiple behavior schemata in a mirror system: reviews of robot experiments using RNNPB” Neural Networks 17, 1273-1289 (2004).」

【注 11】 以上の、人工物と人間の関係を変革するという大テーマにおいては、その開発を担う「開発者側」にどのようなメンバーが参加すべきかという課題もきわめて重要である。本稿の知能ロボット開発提案においては、ユーザーもまた「開発者側」に参加する必要がある、本質的には「開発者側」の中心メンバーはユーザーである、ということになる。第7章第2節の場合でいえば、少なくとも下村氏は「開発者側」の中心的役割を担うべきではない。それは下村氏には、自分のためのロボットを開発するという以外の場合には、他のユーザーの真意はわからないからである。

たとえば、われわれが1996年に参加した『バリアフリー・デザインにおける主体は誰か?』という内容のプロジェクトにおいては、以前の通産省における盲人用の杖の開発における失敗事例が出発になっていた。通産省は大予算をかけ盲人用の杖を開発したが実際には盲人の人たちに不評で誰にも使ってもらえなかった。それはなぜなのか？ その時、プロジェクトに参加した盲人の一人は「この杖は、健常者が盲人用にとっと思って開発したものです。ご親切はありがたいが、しかしこれではふだんわたしたちが道を歩く時に聞いているかすかな空気の流れなどの情報群が消されてしまい、かえって危険で歩けない」と証言し、それで一切の事態が明らかになった。このような開発の場合には、健常者(開発者・デザイナー側)による推量を障害者(ユーザー側)に対してあてはめるという構造自体が誤っているということであり、当の盲人その人が開発メンバーとして参加すべきであるということである。ふだん使用している情報群と、それをさらに豊かにするための新しい情報群がどのような関係にあればいいのか、その判断は当事者にしかわからないからである。

以上の意味において、「指点字」を母とともに開発するところから出発した福島智氏(東京大学先端科学技術研究センター助教授)の仕事は、当事者による開発事例として大きな意義がある。盲ろう者の福島氏は盲ろう者のコミュニケーションに必要なデバイスを自らの手で開発しており、健常者が「障害者のため」と思いデザインするあり方を無効にしているからである。福島氏は、今後の新しい科学技術の開発のためには健常者よりも障害者の方が有効な場合があると積極的に考えており、周囲の人を癒す力をもつ



---

明るい性格を含め、いま世間で注目されている人である。ここには今後のバリアフリー・デザインにおける新しいあり方が明確に示されており、いわゆる障害者による自己主張はこれまでにないレベルに入ったといえる。

当然、開発やデザインにおけるこのような「健常者対障害者問題」は、「高齢者問題」においても同様であり、高齢者のためのバリアフリー・デザインも健常者の発想によるお仕着せではないかどうか、かえって高齢者の「弱者」としての位置を固定してしまうのではないか、それぞれの場合において同様の視点から検証される必要がある。福島氏の例にならえば、もっとも明快な解答は、世の中の誰かによって与えられたデザインではなく、高齢者自らが参加することで、与えられたデザインよりも実質的に豊かなデザインを誕生させる場合である。それが、年齢とともに成熟する者としての高齢者にしかできない仕事の証明であり、その時には高齢者の社会における「弱者」という立場も自然に解消されている。福島氏も同様のことを言っているが、IT 技術もこのような高齢者の内部に蓄積された知恵の情報化に取り組むべきであり、それは高齢者のためだけではなく、IT 技術自身の飛躍のためである。

【注 12】『マース・ハビテーション構想』(スペース・プロジェクト「火星居住計画」への挑戦 大林組プロジェクトチーム 季刊大林 No.33 1990)

---

## インタビュー

### 『姿勢とは何か?』

佐々木正人(東京大学院総合情報学環教授)

質問者:福原哲郎 2006年・3月

○質問:「姿勢」とは生態心理学の立場からすると何でしょうか?

●答え:

姿勢とは、英語では posture、それは「重力に対する定位」、オリエンテーションであり、「地面に対する定位」です。

われわれ陸生動物は生まれてからずっと空気と地面の間にあり、地面に接している。地面は多様、デコボコがあり、硬さがある。その時姿勢が、たとえわれわれが視覚・聴覚などを持たない動物であったとしても、身体の固さと地面の固さの間を重力を使用して調整している。それは、われわれにおいてこの世に誕生した時から一刻も休むことなく続いている調整の活動です。

しかし、以上は植物でも同様ですが、もう一つわれわれにおいて複雑なのは、われわれが移動する存在であること。動きの中で、食べるために、死を避けるために、暖かいところに行くために、オスやメスを捜すために、さまざまな理由で移動しますが、その時にも「重力に対する定位」、「地面に対する定位」を決定しなければならないということ。その時に、光をいかに使うか、空気中の振動をいかに使うかがとても重要で、それが視覚や聴覚の働きの中心になっている。つまり、動物の場合には、目標に向けての移動の中でいかにして光の中や振動場の中に安定した経路を定めるかという、「環境に対する定位」、ナビゲーションの問題が入ってきます。

つまり、移動とは、姿勢を積分していくこと、姿勢を隣接していくことがその本質なのです。移動は、ゴールまで、転倒せずに、障害を避けながら、正しい経路を選ぶことです。したがって、姿勢は行為の細胞である、とも言えます。行為という目的を持った動きの世界を担っているもの、それが「細胞としての姿勢」です。一つの行為をよく見れば、どんな姿勢の組織化が行われているかがよくわかる。多くの行為は「多細胞化された姿勢」から成立している。

たとえば、頸髄損傷で触覚のなくなった人でも、床面に対する定位はできる。からだを揺らしながら靴下を履くとか、さまざまな動作をしている。なぜ感覚が麻痺しているのにそれが出来るのか? それはおそらく、接触感覚だけではなく、姿勢の機能が残っていて、振動感覚、つまりダイナミックな動きの中で固さのレイアウトを知覚するような、そういう感覚があり、それが接触して皮膚で感じるものとは違うものとしてあり、それを使ってやっているのではないかと思います。

○質問:姿勢構築のために、人間は空気中の光や振動も知覚して使用しているのですか?

●答え:

人間は顔の前に目がある動物で、270度位の角度までしか見えないわけですが、後ろに壁があるとか、どうなっているかを、全方位的に常に意識できています。電車のホームに立っている時も、誰も電車だけを気にしている人はいないはずで、空気中の振動場の中に身を置いて、全体を把握しています。

赤ちゃんの場合は、オプティカル・プッシュ、光学的プッシュと言いますが、赤ちゃんを倒すのに、実は大人でも同じですが、力はいりません。歩きはじめの赤ちゃんに対して近くの壁を2、3センチでもずらすと、赤ちゃんは倒れてしまう。赤ちゃんも、周囲の壁のきめの小さな拡大とか縮小を使って姿勢を制御している。

このように、心理学にとって重要なことは、地面や空気や身体の硬さがあるということ、筋や腱や骨などが身体の組織をつくり周囲の空気と地面の間でこのような姿勢をもって存在しているということ、その事実です。このような姿勢の問題は、意識の問題でもあり、一日横になっていたり、病気でずっと寝ている人がどういう意識になるかを考えてみるとわかる通り、姿勢と意識はつねに密接に関係しています。



---

○質問:姿勢構築の面白い例について話していただけますか?

●答え:

光文社のバーサスという雑誌で月に一度運動選手へのインタビューを続けています。以上の姿勢の問題で関連する人に会ったのは、一人が飛び板飛び込みの寺内健(けん)選手、もう一人が体操の鹿島丈博(たけひろ)選手です。寺内選手は、飛び板飛び込みでは空中に飛び上がってからいろいろな動作をするわけですが、その決め手は踏み切りにあると言っています。鹿島選手は、鉄棒から手を離す瞬間が決め手になると言っています。

飛び板飛び込みの場合、飛び込み板の先端までポンポンと数歩で歩き、踏み切りでパーンと飛び上がり、空中でいろいろやりながらスッと水中に入っていく。空中でやるひねりとか回転とか宙返りとか、空中姿勢をどうやってつくっているのか大変興味があります。しかし、寺内選手に聞いたところ、空中で何かをやっているのではなく、踏み切りだと言う。踏み切った時にすべてがわかり、すべてが決まる。空中で修正はできるけれども、踏み切りがすべてだと。そうできるまでに10年かかったそうで、それはものすごい練習量です。逆立ちの練習でも、下に向けた頭を突起があるような形で逆立ちをつくっていました。からだも筋肉ですごいものになっている。もちろん空中姿勢の練習にも時間がかかるそうですが、しかし踏み切りの際に板のエッジのところ足がピッタリ合えば、あとは自然に落下するようになるとのこと。

それに対して、鹿島選手の場合は、鉄棒でグルグル回った後パーンと飛んで着地する時、はじめは天井に向かって飛んで行くのですがはじめて床が見える瞬間があり、その時の床の「見え」で姿勢をつくるという。はじめて見える床の「見え」と落ち際の床の「見え」、この二つの「見え」を重要な姿勢構築の要素として使っているそうです。鹿島選手の場合は、何メートル上からの床の「見え」に姿勢を凝縮しているわけです。

つまり、寺内選手の場合にも鹿島選手の場合にも、姿勢とはそのようなたいへん濃密な知覚情報とリンクしていて、瞬間瞬間の構築物というよりは、一連の長い持続が、寺内選手の踏み切りの際の感覚とか鹿島選手の「見え」の感触により設計されている、ということのようです。そして、以上のことは、重力下における空気中の人間の動きの例ですが、地面が無いという意味では宇宙環境と似ており、寺内選手や鹿島選手と同じようなことが宇宙で動く時には起きるのかも知れません。つまり、このような体操における着地や飛び板飛び込みにおける蹴りのわざは、地面を失った時の人間の身体のコントロールの仕方と連動し、全体として見れば「離れ方の技術」です。サッカー選手のような空中でのヘディングの技術とかもあり、このような事例はいくつもあって、宇宙環境のように地面との接触を失う事態においてはどのように身体を使えばいいのか、ヒントを与えてくれるかも知れません。

○質問:舞踏家の感覚として、宇宙環境における移動や姿勢構築の際にそれを支援するための人工的ツールを使用しない場合には、地上環境との差を身体で補う必要があるため、手首や足首のみを異常に肥大させるなどの身体的変化を引き起こすのではないかと予想されるのですが?

●答え:

舞踏家の福原さんがそのように考えているのは面白いと思います。というのは、そのような環境においてはまさに踏み切りとか着地とかが本質的な問題になり、それは衝突の制御の仕方が違ってくるということです。たとえば鳥は、からだに比して手の形が大きかったりします。鳥の一部には水平線の全体を見回すことができる線状の網膜を持っている鳥もいるらしい。いまわれわれ肉食系の動物には顔の前に目がついていますが、周囲が広く見える魚のように、人間の目も広がって顔の横の方に耳のところまで伸びていくかも知れない。つまり、それは人間が、地面の上でしていたような仕方では獲物を追跡する動物ではなくなっていくということを意味しています。

鹿島選手はいま自らの体験をもとに論文を書いているそうで、ぜひ読みたいと思います。なぜなら、そのような10年もかかって獲得した空中における姿勢制御のような問題はまだ誰も書いていないからです。このような体験を言葉で記述する試みは人類史上になく、多くの場合言葉では語れないとされてきた。このような状況においては、言語化している意識とはまた違う意識が誕生しているに違いないと思います。人間の地上におけるテーマとは、どのように地面にくっついているか、危なくなれば地面にへばりつけばいいというものでしたが、それが宇宙環境では逆にどのように地面を離れのかという、「離れるための姿勢」がテーマになり非常に面白い。



○質問:最初の月面歩行を実現したオールドリン宇宙飛行士には「斜めに立っている身体」についての記述があり大変面白いです。ダンスとは「姿勢の創造である」と定義するなら、「斜めに立っている身体」の発見から人類の「次」が始まるということで、このような人こそ新しい時代の舞踏家だと言えないでしょうか?

●答え:

地上には、空気中において「離れる」、水中において「離れる」、というようなことを徹底的に経験している職業の人たちがたくさんいます。しかし、それらはいままで語られる必要がなかった。それをはじめて言語的な共有の世界につなごうとしたのが舞踏家・土方巽なのではないでしょうか? 舞踏はその意味で宇宙と地上をつなぐ表現の探求であり、その最初の一步を土方巽がやり、福原さんが第二步をやっている。

福原さんは以前、からだの不自由な人の歩き方の工夫に感動すると言っていました。よぼよぼのおじいさんが歩いているところなどは面白くて目が離せない。いずれにしても、無重力環境での姿勢の問題は地上とは次元が違い、新しい出発になる。寺内選手や鹿島選手のようなアスリートの試みが人間の新しい実験に相当し、姿勢を崩し、姿勢を破壊して生まれてくる新しい状態を楽しんでいる。サルも木でいろんな姿勢をとって遊んでいます、あれも同じことかも知れません。

○質問:無重力環境において床・壁・天井の区別のない空間に人間を置くと、人間の脳は発狂するか眠り出すのではないかという説もありますが?

●答え:

脳も身体であり、脳の状態は環境の中で身体が生を持続していることと不可分なことで、何を食べているのか、どんな空気を吸っているのか、どんな光を浴びているのか、このように身体として存在していることの中での脳であるため、自覚できる思考という機能だけが脳の問題ではありません。基本的に、機能が出来なくなれば死ぬか寝るかと思いますが、死にも寝もしないとすればかならず何らかの活路を見出すはずで、その仕方は身体使用と一体の方法だと思います。「こうしてやろう」とかいうことが無意味なことは、科学の世界では19世紀にすでにダーウィンが明確に言ったことです。したがって、福原さんの言うように、ほっておけばいいのだと思います。但し、ほっておけばいいということの幅をつくるということは必要ですが。

○質問:チューブ空間についての感想をお願いしますか?

●答え:

われわれの文化は子供たちにいろいろな楽しみを用意してきたわけですが、その多くのものはバランスを失うということの喜びです。公園にいけばいろんな遊具がありますが、ブランコにしても滑り台にしても、それぞれのあり方で転倒の可能性を保証して子供たちを楽しませています。自転車にしても、それは移動の手段だという以前に、乗った後の快適な不安も含め、乗るまでのあの圧倒的な不安定を楽しむ仕組みです。冬になれば人はスキーに行くし、夏になったら海に行く。そういう不安定な楽しみを提供する装置としてチューブ空間が成長すればいいと思います。いったん入ったら出られないようにしておけば、1キロメートル位進めば違った人間になって出てくるのではないのでしょうか?

## インタビュー

### 『身体知が後追いになることの科学論的意味』

佐倉統(東京大学大学院情報学環助教授)

質問者:福原哲郎 2006年・3月

○質問:宇宙環境における生活デザインには「身体性」の観点が不可欠と思われるのですが、進化情報生態学の立場からするといかがでしょうか?

●答え:



---

「身体性」の問題は、宇宙開発だけではなく、海洋開発でもロボットとの共存でも、あらゆるところに通じた問題です。それぐらい、いまや切実な問題になりつつあります。身体は、自分を取り巻く外界の変化に対する反応として、無意識のうちに大変なことをやっています。したがって、無重力環境では外界の条件が地上とは違うため、踏ん張ればうまく行く時にも踏ん張れないなど、とまどいは大きいはずですが。

宇宙空間において「身体性」を確保するための技術はいますぐには出来ないとしても、しかしそれを考えていくことで、ロボットの問題や、他の地上の乗り物を追求する場合などにおいても、これまでとは違った有益な副産物が出てくる可能性があります。しかし、このような身体知が後追いになるという現象は、人工知能でも技術開発でも歴史をみれば明らかであり、人間がいかに頭でっかちの存在かということの典型であり象徴でもあります。ロボット開発の現場でも知能と身体が不可分であるという認識は常識になりつつあります。したがって、この問題は、宇宙開発における「身体性」の問題ということだけに留めずもう少し広くとらえると、現在の最先端の科学技術と人間の関係について追求する場合の非常にいいとっかかりになります。その意味で、「身体性」をキーコンセプトとする福原プロジェクトは面白いと思いました。

○質問:身体知は科学技術に対してつねに遅れるという問題ですが、人間とはそういうものなのでしょうか?

●答え:

科学技術は言葉や数式による論理の世界でやっていきます。論理により普遍的モデルが組み立てられ、理屈が組み立てられ、処理できるものになって進行する。その場合、複雑な暗黙知や身体知は手に負えないので、どうしても抜け落ちる。論理で普遍化できない部分、歴史・文脈・身体知などの同じ傾向にあるものはどうしても後追いになる。それがこれまでの人間の歴史だったと言えます。はじめは一緒だったものが、普遍化できる部分からやって行こうということで、論理や数理がまとまってくると、身体知が遅れはじめる。そうすると、これはいかんということで、ダ・ヴィンチなどが出てきたりして回復がはじまる。しかし、また同じ状態になる。身体知など無くてもいいと誰も思っているわけではありませんが、客観的・普遍的・合理的に科学技術を進めようとする、どうしても身体知の側が遅れはじめる。

しかし、問題は、その時に、先行する科学技術の側が論理至上主義になりがちだという点です。身体知が必要というテーマになると、科学技術の側が怒りはじめるとか、はなから受け付けないとか、それが原理主義のような態度になってしまうことがあり、身体知の側にも同じようなことがあるのかも知れませんが、そこは変わって欲しいと思う。科学技術にもわからないことがあるのは当然なわけで、科学技術は全知全能ではないわけだから、その点において他方の側が重要なことを言っていると感じられる場合には、多くの場合それは芸術家や感性的なことをやっている人たちが言い出すわけですが、その時にはそれを聞く耳をもつ必要があります。そこには大事なことがあるはずで、そのやり方ではいまは科学技術の側に届かないかも知れないが、いずれは届くような道を開いておくことが重要です。両者の間にコミュニケーションの回路を開くべきで、対話のチャンネルをつくりたいと思います。

○質問:宇宙開発の目的についてどう考えるべきでしょうか?

●答え:

宇宙開発の目的は社会に夢を与えたり牽引車になったり元気を与えたりすることだとは思いますが、なぜ宇宙開発をするのかについて、いますぐ役に立たなくても、日本の国家のためでもいいし人類のためでもいいのですが、それは何のためなのか、社会に対してもっと明確に納得させる必要があると思います。それがいつまでたっても人類の夢とかそういう理由で言われると、夢にそんなにお金をかけるのかと不景気になると反論されてしまう。夢は理由の一つとして当然であっても、それだけで支えるには大きな国家プロジェクトの場合は無理になります。新しい開拓をしていくことが人類にとりどんな意味があるのか、或いはそこから有用な技術が生まれてくるとか、社会が大きく変わるとか、説得的な材料を揃えるべきです。はやぶさで石を取ってくるという場合でも、その採取にどんな意味があるのか、もっと大きなストーリーをもって描かないと、意地悪な目からは組織防衛のためにやっているように思われてしまいます。



---

○質問:宇宙開発のある時点で人間は自らの新しい進化の可能性に直面することになると思うのですが、身体に対してテクノロジーをいかに使用すべきかという問題も含め、「進化とは何か?」についてどのように考えていくべきでしょうか?

●答え:

進化は悪い環境に置かれた時にはじまります。いい環境にある時はそのままいいわけです。人類もアフリカで進化してきたのは、乾燥して森が減ったりしたから。最初にアフリカからアジアに出てきた人類もそれが現在の人類になるわけではなく、後でアフリカから出てきた別の人類がホモ・サピエンスになる。アジアに出てきた最初の人類はアジアの森林では環境がよかったためそれ以上進化しなかった。それに対して、環境の悪いところに置かれた場合には、知恵を働かさないと生きていけず、姿勢を変えないと新しい環境に適応できず、変化することで新しい種に進化していきます。また環境との対外的関係だけではなく、病原菌との関係も生物の進化には重要で、なぜこれだけ多くの生物が多様に進化してきたのかということも、ウイルスも含め病原菌との絶えざる戦いがあり、進化したものでなければ生き残れなかったということがあります。

ボノボについては、人類がボノボから出てきたというのは間違いで、共通の祖先からチンパンジーと人類が進化し、チンパンジーは森にとどまり、人類は草原に出て行き、ボノボはチンパンジーから分かれて出てきた。そして、チンパンジーはチンパンジーで、ボノボはボノボで、環境に適応して500万年から600万年をかけて進化しており、人間は人間で別の環境で進化しています。このボノボがいま生存の危機に瀕しているのは、アフリカの地が政治的に不安定で環境的条件が保証されていないためです。内戦で森が伐採されたりなどの生息地の縮小という問題です。それはボノボに限らず、ゴリラ、オラウータン、チンパンジーでも同じです。

つまり、進化は、進歩とは違います。退化も進化であり、ある環境に適応して変化すれば進化です。チンパンジーと人間の例でいえば、600万年前に枝分かれして以来それぞれの環境に適応して進化しているのだから、どちらの方が優れているということではない。言語の能力とか抽象的論理の力とかは人間が優れていても、腕力だとか木に登ったりする能力などは圧倒的にチンパンジーの方が優れており、両者を比較して人間の方が優れていると言うことはできません。

それでいうと、人間の場合には、ミームという観点からしても、この数千年の間に人工的環境が著しく増えてきています。これは単に人間は道具を使用するからということではなく、道具をつくったり使用したりするのは魚もチンパンジーも行っており、道具を使い環境を改変することは生き物すべての特徴です。すべての生き物が環境を改変することで自らも変化するという過程を辿っています。したがって、そうではなくて、人間の場合は人工的に環境を変化させる力が特別に大きくなっていて、人間が生物として晒されている環境も大体一定のため、おそらくは生物としての人間は今後そんなに大きく変化する必要がなくなっているのではないかと、ということです。必要な部分は人工的環境をいろいろ変えていけばいいわけです。寒ければ暖房を入れるし、暑ければクーラーを入れるし、宇宙に行く時には宇宙服を着てロケットに乗り、宇宙ステーションという人工的環境の中で暮らしている。このように、生物としての人間の進化というのは、人工物の変化とか技術的な変化などと不可分で分けられない状態に入っているとと言えます。ロケットに乗り宇宙に行くという場合でも、確かに生身の人間が宇宙に行くわけですが、トータルとして人間というシステムで見れば、「ロケット and 人間」という一体化したシステムとして行く、というように考えた方が進化論的にはいいように思います。

機械の知能化や自動化がどこまで進むかは不明としても、それが極端に進む場合には以上の一体化の関係がさらに明瞭になるでしょうし、また『2001年宇宙の旅』のように知能化した人工物と人間の対立みたいなものが出てくる場合もあります。いずれにしても、人類が今後とも人工的環境の改変をさらに推し進める方向に進むことは人間の性(さが)として不可避であり、その意味で宇宙開発もまた人間の性(さが)として止められないと思います。逆に、新しい環境に出ていけない人間というものは、引きこもりになった孤児みたいなもので、きわめて不自然な不健康な存在になってしまいます。但し、以上のことと、一方で本能や性(さが)であれば何をやってもいいのかと言えば、当然違います。たとえば戦争のようなものは教育や文化や宗教などの力により廃絶すべきですし、どのような本能・性(さが)を推進するのかについては、判断を迫られます。



---

○質問:人工的環境との一体化を深めていくことで人間は今後身体を変化させ、新しい進化を成し遂げていくと考えていいのでしょうか?

●答え:

もう一つ大きな問題は、人工的環境との一体化といっても、そこには限度があるだろうということです。どんな事象に対しても一体化し、人工物という外部を内部化できるわけではないと思います。たとえば飛行機でアメリカに行ったりヨーロッパに行ったりした時に時差ボケになるわけで、これはすでに境界ギリギリということで、気分が悪くなり、それでも何とかうまくやっているというのが現状です。それがもっと早い速度で飛ぶということになれば、どうしてもついていけない部分が生じるはずですが、どこまでが境界として内部化可能な範囲なのか、身体を拡張していくという場合にも何でも OK のわけではなく、姿勢が変わるといっても、限界はかならずどこかにはあるはずですが、したがって、この限界を知るためにも、宇宙でいろいろやることには意味があり、宇宙は面白い実験場であるということができます。

上下関係がわからない無重力環境に脳を置くとどうなるかという問題にしても、それは感覚遮断実験などに近いと思いますが、たぶん限界をこえていて、脳は耐えられないのではないかと思います。人間が進化的に得てきた生存に必要な情報とか制約とかは実に多く、しかもそれらは無意識下で処理されていて、意識的にはこれらの条件に気づきにくい。そのため、無重力環境において長く暮らすということは、生物としての人間には負荷が大きく、とんでもない環境だということで、適応することは多分できないと思います。時差ボケよりもさらに外側の状態で、思考停止に陥るとか、発狂するとか、幻覚を見るようになるとか、そういう可能性もあるのではないかと思います。

したがって、それよりは、そういう状態を補正して、いかに地球と同じような上下関係がわかる状態を人工的に作りだすかと考える方がいい気がします。その意味で、福原プロジェクトの、ロボットで姿勢を制御したりバラバラな他者間の「上下」を統一するというアイデアは有効だと思います。人と対話する場合にも、人間はものすごくたくさんの情報をやり取りしているはずで、対話のためには相手と正面から向かい合う必要があります。相手の目を見たり、気配を探ったり、それで非常に多くの情報を得ている。これらは意識には昇ってきませんが、「この人とはウマが合わない」とか、「この人とはウマが合い話しがはずむ」などの反応として現れています。これらの情報がうまく得られない状態とは、やはり大変な状態なのだと思います。

## インタビュー

### 『宇宙文化とは?』

リチャード・クラーク(スペースアーティスト/アートテクノロジー・ディレクター)

質問者:福原哲郎 2006年・5月

○質問:地球文化と宇宙文化の違いについてどう考えていけばよいのでしょうか?

●答え:

地球文化とは、人間が何千年にもわたり地球上のあらゆる地域において営々と築きあげてきた生の営みの成果物の総体であり、総結集です。それらは、博物館・図書館・美術館等の施設において、科学・芸術・医療・文学などの多様な領域における膨大な成果の記録として保存されています。

それに対して宇宙文化とは、いまはじまったばかりであり、まさに揺籠の中の小さな赤ん坊のような幼少期・黎明期におかれています。われわれはいま、宇宙で人間がどのような拠点を築き、どのように歩き出すのか、スタートしたばかりの宇宙開発のステージとして見つめているわけです。このステージは、地上の重力環境における条件とは大きく異なっており、宇宙とは極限状況における生存環境であるとともに、同時に地球文化を超えるような新しい生活のあり方が人間の希望として期待されています。しかし、そのような宇宙文化を実現できるかどうかについてはいまだ何一つ約束されてはおらず、科学技術の成熟とともに、社会科学や芸術におけるさまざまな方法の成熟が必要とされています。



---

○質問:人間はその歴史においては、素晴らしい成果だけではなく、負の遺産として、多くの悲しむべき事態も引き起こしてきました。現在も、世界中に多くの紛争や貧困や環境破壊や社会問題がひろがっています。このような人間に地球文化を超えた宇宙文化を創造することが出来るのでしょうか？ また同じことになるのではないのでしょうか？

●答え:

人間が真の宇宙文化を創造するためには、人間は新しい方法を発展させる必要があります。宇宙文化建設は始まったばかりです。その一定の成果がわれわれの社会に還元されるためには、あと40年間ほどの年月が必要ではないかと思えます。

そして、それらの成果についても最終的な到達点として考えるのではなく、あくまで人間が宇宙に適応し宇宙に住む方法を開拓するための、一つの「過程」として考えるべきです。この「過程」において、人間が宇宙における自己を新しい存在として確立し享受するために、新しい文法や新しい様式が必須になるのです。

たとえば、この「過程」において求められる重要な課題の一つは、地上における深刻な問題、特に紛争に関するものであり、それはわれわれの存在が深くわれわれ自身に依存していること、共に生き共に働く者としての相互扶助の精神が発揮されなければわれわれが存続できないこと、それらに対する理解にかかっています。人間はこの課題を新しい方法で解決しなければなりません。

○質問:わたし(福原哲郎)は宇宙開発に関する提案として、「人間が宇宙文化を創造できるためには、宇宙環境において0Gと1Gの間を姿勢支援ロボットを使用して自由に調整し、必要な姿勢を自由にコントロールできる必要がある。姿勢こそ文化創造のための母胎であるからである」と提案しています。また、科学と芸術の共同作業は宇宙開発におけるブレークスルーを達成するためにも必要でしょうか？

●答え:

あなたの提案は、独創的であり、宇宙環境における人間の最適な適合を実現する方法として、ユニークで価値あるアプローチであろうと思えます。

そして、あなたの提案する人工的な姿勢支援ロボットは、それだけではなく、地上においても、重力法則に縛りつけられた通常の人間の動きを解放したり、人間の自己表現やコミュニケーションのあり方を変化させる新しい手段として機能する可能性があります。そして、そのような姿勢支援ロボットは、科学と芸術による共同作業によってのみ達成される課題であると思えます。

宇宙開発における科学と芸術の共同作業は、科学と芸術の個々の分野が成し遂げうる成果に対して、それらとはまた別の重要な成果をもたらす可能性があると思えます。それは特に人間の精神面に対してであり、建築技術が宇宙環境における人間の快適な居住をもたらすように、たとえば芸術家は科学者の協力を得て宇宙旅行者の心理や情緒を安定させるための工夫をすることができます。

○質問:あなたの作品である COLLISION II のコンセプトについて簡単に説明してください。

●答え:

COLLISION II は宇宙環境に特化した学際的な共同事業で、2003年・6月にわたしと、ワシントンDCのナバル研究センター、フランス人作曲家マーク・バティエルの共同作業から誕生し、宇宙デブリ(宇宙ゴミ)というかなり深刻な問題に焦点をあてています。

ナバル研究センターは、高性能コンピュータを使用してアメリカ空軍からの宇宙デブリのデータを追跡し、現在10,000以上の人口衛星の残骸物(宇宙デブリ)の軌道を正確に予測しており、それらをカタログとして記録しています。わたしは、COLLISION IIを制作するにあたり、そのうちから192の宇宙デブリを選び出しました。

192の宇宙デブリは、COLLISION IIにおいて、傾度96～傾度104および高度450km～高度800kmの間の宇宙空間内の軌道を巡回する宇宙デブリの大集団の振る舞いとして表現されています。ナバル研究センターでは、COMBOというプログラムを使用し、COLLISION IIをシミュレーションとして制作し、記録された10,000以上の宇宙デブリとの比較対照をつねに行い、巡回する宇宙ゴミの12時間における変化の様子を4分30秒に凝縮して表現しています。COLLISION IIは、地上のアートを宇宙軸を含む4次元



---

アートとして拡張することに成功したのではないかと考えています。

○質問:わたしたちの共同事業である『未来身体ラボ～人間のからだの未来と宇宙文化』(NBSD-IMC)の魅力と重要なポイントは何でしょうか? それは宇宙開発に対しても何らかの貢献ができるのでしょうか?

●答え:

スペースダンスを企画するあなたとスペースアーティストのわたしの共同事業である NBSD-IMC は、星間通信への新しい角度からのアプローチです。このような星間通信の試みはこれまで存在しませんでした。

西洋文化と東洋文化からの二人のアーティストの出会いは、新しい普遍性とは何かを探求するためにもよい機会であり、地球外生命に対するメッセージを形成するのに必要な新しい方法を発展させるためにも非常に有意義です。

NBSD-IMC は、星間通信を行うに際し、単にメッセージを送信するだけでなく、メッセージの送信者の身体的かつ情緒的な状態をダンスと音楽を使用して同時に表現するものであり、モーションキャプチャとステレオリソグラフィの2つのテクノロジーにより実現します。このような方法は、これまでの地球外生命との接触の方法に1つのパラダイム変化をもたらすものです。

つまり、NBSD-IMC は、われわれが地球人としていかなる者であるかという地球外生命にとって必要になるであろう情報を身体ベースのものとして形成します。地球外生命との接触のためにはわれわれの時間と文化を相対化する必要がありますが、それを新しいシンボルを使用したコミュニケーションとして実現するのです。

このような NBSD-IMC のコンセプトは、2006 年秋に出版される『Between Worlds』(MIT プレス)の中でさらに詳しく見ることができます。

---

## ■執筆者紹介

### ◎佐倉 統(さくら・おさむ)

東京大学大学院情報学環助教授。本来の専攻は進化生物学だが、科学史、先端科学技術論にも興味を広げ、とくに文化進化論(ミーム論)の立場から現代社会の諸問題を読み解く作業を展開中。新聞、雑誌、テレビにもたびたび登場。著書に『生命をめぐる冒険～ミーム・進化・コンピューター』(河出書房)『進化論という考え方』(講談社)など。

### ◎松本信二(まつもと・しんじ)

シー・エス・ピー・ジャパン株式会社代表取締役社長。工学博士。1941年、福井県生まれ。東京工業大建築学科卒。清水建設(株)技術研究所副所長兼宇宙開発室長を経て、2001年シー・エス・ピー・ジャパン(株)社長、現在に至る。著書に『宇宙に暮らす』(清水建設宇宙開発室編集/裳華房)等。

### ◎岩本裕之(いわもと・ひろゆき)

JAXA 産学官連携部連携企画グループ副グループ長。宇宙ステーションの計画管理や企画部門で組織改革などを担当後、平成15年10月の宇宙航空研究開発機構(JAXA)への改組に伴い、産学官連携部に配属になり、誰もが普通に行ける宇宙、そして誰もが身近に感じる宇宙開発を目指し、日々業務を遂行中。casTY・ひかり荘において配信中。

### ◎光盛史郎(みつもり・しろう)

『福祉と宇宙を考える会』事務局。(財)未来工学研究所 技術・国際関係研究センターにて国内外の宇宙政策や技術戦略に関する調査研究に従事。97年から2年間、宇宙開発事業団(現JAXA)国際部に出向、諸外国、特にアジアの宇宙活動の調査分析に携わる。現在、科学技術政策研究所において科学技術予測等の調査研究活動を行っている。社会福祉士。

### ◎川崎幸臣(かわさき・ゆきおみ)

NEC。舞踏家。メディアアートおよびデザインのワークショップの運営や創作活動、暗黙知(身体知)によるコミュニケーションの研究を行う。ビジネス、アートに係わらず、人々の想いや経験に深くコミットするコミュニケーションとは何かについて日々考えている。

### ◎福原哲郎(ふくはら・てつろう)

舞踏家。「身体と空間」の問題、身体知の情報化の問題に取り組む。ニューヨーク国連本部をはじめ多くの海外都市で公演・ワークショップ・特別授業を開催。本年9月よりエレナプロジェクトを開始予定。多摩六都科学館において1年間のチューブ空間展示を実現する計画で、またマンチェスター大学で『New Butoh Space Dance』を出版予定。イルディアス工科大学客員教授、ミマール・シナン大学客員教授。

### ◎佐々木正人(ささき・まさと)

東京大学大学院情報学環教授。生態心理学におけるアフォーダンスの研究、すべての生物が持つ知覚に対する研究を中心に活動する。著書に『アフォーダンス—新しい認知の理論』(岩波科学ライブラリー)『知性はどこに生まれるか』(講談社現代新書 1996年)ほか多数。

### ◎リチャード・クラ

スペースアーティスト/アートテクノロジー・ディレクター。スペースアートのパイオニアとして1982年NASAと最初のスペースアートを制作。宇宙環境問題、地球外生命探索、戦争と平和、地球上における水資源確保等をテーマとし、現在はパリに居住。International Academy of Astronautics 会員、SETI Permanent Study Group 会員、Leonardo Space Art Working Group 会員。



---

## ■ 研究発表会記録

宇宙航空研究開発機構(JAXA)+東京スペースダンス共同研究(フィージビリティスタディ)

代表研究者:福原哲郎(東京スペースダンス/イルディアス工科大学客員教授・ミマール・シナン大学客員教授)

アドバイザー:松本信二(宇宙建築家、宇宙開発コンサルタント/CSPジャパン代表)、中島厚(JAXA 宇宙先進技術研究グループ主幹研究員)

◇第1回『姿勢とは何か?』 2004年3月26日(金) 会場:JAXA i

谷淳(理化学研究所脳科学総合研究センター動的認知行動研究チーム・チームリーダー)×黒谷明美(JAXA 宇宙科学研究本部助教授)×中島厚×松本信二×福原哲郎

◇第2回『<月>移住計画がまた始まった』 2004年4月25日(日) 会場:つくば宇宙センター

岩田勉(JAXA・つくば宇宙センター長)×松本信二×福原哲郎

◇第3回『宇宙ダンス』 2004年6月26日(土) 会場:慶応女子高校

小林丈太郎(casTY)×岩本裕之(JAXA 産学官連携部連携企画グループ副グループ長)×松本信二×福原哲郎

◇第4回『宇宙における新しい身体』 2004年9月26日(日) 会場:日本科学未来館

的川泰宣(JAXA 執行役)×茂木健一郎(ソニーコンピュータサイエンス研究所)×池田靖史(慶応大学助教授)×吉村浩一(法政大学教授)×栗野ユミ(東京造形大学助教授)×喜多尾浩代(女子美術大学助教授)×松本信二×福原哲郎

◇第5回『国際宇宙ステーションにおける生活様式の変化@アートの役割』 2005年1月18日(火) 会場:JAXA

里見悦郎(武蔵野美術大学講師)×喜多尾浩代(女子美術大学助教授)×岡本修(JAXA 宇宙先進技術研究グループ主任研究員・東海大学教授)×松本信二×福原哲郎

◇第6回『国際宇宙ステーションにおける生活様式の変化@理系・文系の分離の統一』 2005年3月30日(火) 会場:JAXA

小林信一(科学技術振興機構社会技術研究システム・システム研究センター長)×川崎幸臣(NEC)×松本信二×福原哲郎

◇第7回『新しい身体概念をもとめて』 2006年3月31日(金) 会場:東京デザインセンター

小山正人(JAXA 宇宙環境利用センター利用推進室長)×岩本裕之(JAXA 産学官連携部連携企画グループ副グループ長)×佐々木正人(東京大学大学院情報学環教授)<映像参加> ×佐倉統(東京大学大学院情報学環助教授)<映像参加>×松本信二×福原哲郎

「宇宙航空研究開発機構(JAXA)+東京スペースダンス」フィジビリティスタディ  
スペースダンス、或る日宇宙で

(宇宙航空研究開発機構特別資料 JAXA-SP-05-018)

---

発行	平成18年8月1日
編集・発行	宇宙航空研究開発機構 〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7-44-1 URL : <a href="http://www.jaxa.jp/">http://www.jaxa.jp/</a>
印刷・製本	(株)ビー・シー・シー

---

本書及び内容についてのお問い合わせは、下記にお願いいたします。

宇宙航空研究開発機構 宇宙基幹システム本部 宇宙環境利用センター  
〒305-8505 茨城県つくば市千現2-1-1 筑波宇宙センター  
TEL:029-868-3618 FAX:029-868-3956

---

© 2006 宇宙航空研究開発機構・東京スペースダンス

※ 本書の一部または全部を無断複写・転載・電子媒体に加工することを禁じます。



