21 世紀の有人宇宙システム開発における人間工学の動向について

山口孝夫(宇宙開発事業団)

A consideration of Human Factors for Human Space System Development in the 21st Century

Takao Yamaguchi (NASDA)

1. はじめに

アメリカ、ロシア、欧州諸国、カナダ、そして日本の国際協力のもと、国際宇宙ステーション(以下、「ISS」)の建設が始まっている。ISSは、1998 年 11 月に最初の要素が打ち上げられ、2006 年に完成する予定である。完成すれば、ISS の大きさはサッカー場にほぼ匹敵することから、人類はかつてないほど大規模な有人宇宙システムを造り上げることになる。21 世紀の有人宇宙開発は、ISSによって新しい時代を迎えたといえる。

本稿では、21 世紀の有人宇宙システム開発の動向を展望するとともに、人間工学がどのような課題に取り組んで行くのかを考えたい。

2. 21世紀の有人宇宙開発の動向

20 世紀の宇宙開発は、人類に夢と希望を与え続けてきたといえる。先端技術の発展を基盤として、エネルギー・資源開発、工学及び科学など、様々な分野の発展に大きく貢献してきた。また、気象衛星、通信衛星、放送衛星そして地球観測衛星など、実用面でも人々の生活に役立ってきた。21 世紀の有人宇宙システム開発はどのような展開をみせてくれるであろうか。日本の有人宇宙開発に関する中長期戦略⁽¹⁾、そして、NASAが公表している戦略的計画⁽²⁾に基づいて、21 世紀の動向を探ってみた。

(1) 国際宇宙ステーションを活用する

ISSは、地球の上空約 400kmの低軌道を 90 分間で飛行する有人宇宙船である。ISS には、宇宙飛行士が常時滞在し、様々な宇宙実験が行われる。また、ISSでは、宇宙環境利用の商業化も見込まれており、NASA や宇宙開発事業団のような公的機関がリードしてきた宇宙開発は、ISSの活用を契機に、民間主導型へと転換が図られるであろう。

図1 国際宇宙ステーションの完成予想図

(2) 再び月へ戻る

1969 年 7 月、アポロ 11 号のアームストロング船長が月面に人類初の足跡を残した。その後、月面には有用な資源が埋もれていることが解明されてきた。その一方で、1972 年 12 月のアポロ 17 号で計画は終了し、それ以降、人類は月面に到達していない。21 世紀の中期には、新たな資源を求め、人類は再び月を目指し、月面に恒久的な基地を建設するであろう。

図2 月面基地の想像図

(3) 火星に到達する

ISS 及び月面基地を足掛かりとして、人類

はさらに遠方の惑星を目指す。最も実現性の高い惑星は、火星である。火星にはこれまで無人の探査ロケットによって解明が進められた。21 世紀中期には、人類は火星に到達し、後期には恒久的な基地を建設するであろう。

図 3 火星基地の想像図

(4) 太陽系を旅立つ

ロケット推進技術の革新的な発展が期待できる。21 世紀の後半には、人類は太陽系を飛び出し、未知なる宇宙への探索に旅立つであろう。

3. 21 世紀における人間工学の課題

Harrison (2001)⁽³⁾は、「21 世紀の有人宇宙システムは3つの大きな状況変化がある」と指摘している。人間工学もこの変化に対応できなければならない。最後に、3つの変化を中心に、人間工学的にどのような問題が潜んでいるかを考えてみたい。

(1) チームが多数になる

ISS では、最大で 6 人から 7 人でチームが構成され、3 ヶ月から半年間、宇宙で生活を共にする。月面基地、火星基地へと宇宙飛行士の活動範囲が広がれば、リスク要因も増え、安全性に関する防御も堅固にしなければならない。また、人数が多くなれば、集団を適切に機能し、維持することも難しくなってくる。このためリーダーシップ、モチベーションの維持など人間関係に起因する問題も顕在化してくるであろう。

(2) 宇宙飛行士の構成が多様化する

20 世紀に活躍した宇宙飛行士の経歴をみると、白人男性で軍人(しかも、テストパイロット出身)が非常に多い。スペースシャトルが運用され

てからは、エンジニア、科学者などの経歴を持つ宇宙飛行士が増えてきた。さらに、国籍も様々で、アメリカ人、ロシア人(旧ソ連)の宇宙飛行士に加えて、欧州諸国、そして日本人宇宙飛行士の活躍も目立ち始めてきた。今後、特殊な訓練を受けた「プロフェッショナルな」宇宙飛行士に加えて、観光を目的とした「普通の」宇宙飛行士も出現するであろう。職業的な背景、言葉、文化などが異なる宇宙飛行士が一緒にチームを組むことになる。

(3) 滞在期間が長期化する

21 世紀の宇宙飛行士の滞在期間は、飛躍的に増大する。また、宇宙航行の距離も長くなる。火星探索を目的としたミッションが実現すれば、地球と火星を往復するだけで、1 年半から 2 年程度を要するといわれている。他の惑星系を目指すことになれば、2000 日以上滞在が予想されている。そうなると、地球からの物資の補給、万が一の援助は望めなくなる。21 世紀の有人宇宙システムは、地球とのへその緒が切られた赤ん坊のように、自立型のシステムへと大きく転換するように思われる。宇宙飛行士が受けるリスク及び心的なストレスは計り知れない。

4. おわりに

20 世紀の有人宇宙システム開発において、人間工学を専門とする技術者は、船内設計、ワークステーション設計など、システム設計に大きな役割を果たしてきた。21 世紀の時代でもその重責は変わらないであろう。また、上述したように、システム設計に加えて、宇宙飛行士の生理的な面、心理的な面、そして社会面の環境整備も、ますますクローズアップされてくる。21 世紀では、人間工学を専門とする者に、エンジニアリングセンスに加えて、人間に対する深い洞察力も要求されてくる。

<参考文献>

- 1) 宇宙開発委員会:我が国宇宙開発の中長期戦略、平成12年12月14日版。
- 2) Human Exploration and Development of Space, Strategic Plan: NASA, August 2001.
- 3) Albert A. Harrison: Spacefaring, The Human Dimension., University of California Press, 2001.