

宇宙環境における生殖医学を考える

清水 強^{1,2}、根津八紘³

¹ 諏訪マタニティークリニック附属清水宇宙生理学研究所

² 福島県立医科大学(名誉教授)

³ 諏訪マタニティークリニック産科婦人科

The considerations about the study of reproduction medicine in the space environment

TSUYOSHI SHIMIZU^{1,2}, YAHIRO NETSU³

¹ Shimizu Institute of Space Physiology, Suwa Maternity Clinic, Shimosuwa-machi, Nagano, Japan.

² Fukushima Medical University School of Medicine (Professor emeritus), Fukushima, Japan

³ Dept. of Gynecology and Obstetrics, Suwa Maternity Clinic, Shimosuwa-machi, Nagano, Japan

Abstract: Since 2004, when we first presented a paper entitled “Prospects for reproductive medicine in space” at the 20th Space Utilization Symposium, we have continuously studied and discussed together with many investigators the topics of the human reproduction in the space environment. For example, we have investigated the effect of gravity on the fetus development in the uterus, or discussed feeding behavior in the space environment. In the present paper we summarize a series of our previous studies and like to emphasize the necessity of a systematic approach to the study of space reproductive medicine for the coming human society in the space environment.

Key words; reproduction, sexuality, space, fetus, gravity,

【はじめに】

我々は2004年の本シンポジウムで「宇宙環境における生殖医療へ向けての提言」を行ったが¹⁾、その後この課題のひとつの入口として、胎児発達に対する重力の影響の有無を検討する試みを続けながら、宇宙環境でのヒトの生殖活動についての問題を種々の角度から考察してきた²⁻⁹⁾。この間国際政治情勢の反映を受けながらも、理工学系技術を駆使しての宇宙開発は著しく発展し、惑星探査の進展など確かな歩みをみせている。国際宇宙ステーションでの月単位での滞在も耳新しいものではなくなりつつある。宇宙観光旅行を目指した動きも活発になっている。こうしてまだ緒についたばかりとは言え、より多くの人々が宇宙環境に接する機会も訪れようとしている。月や火星、地球軌道上方での居住建造物の構想も更に具体的なものになってきた。

本稿では、こうした背景を念頭において、我々が従来検討してきた考察内容をまとめ、宇宙環境での人間社会形成と生殖医学の課題について更に掘り下げて考えてみると共に、改めてこの分野の研究の総合的かつ体系的取り組みの必要性を強調したい。

【ひとは宇宙環境で社会をつくるのか】

20世紀後半の宇宙開発は米国とソ連-ロシアを両軸として、1940年代迄は一般人にとっては夢のまた夢の如くしか思われていなかった現象を地球圏外で次々と実現してみせた。国際政治情勢の変化を背景にしながらではあるが、ロシアも加わった国際宇宙ステーションの建設も現実に始まり、宇宙環境を体験する人間の数もわずかずつ増えてきた。今世紀に入ってからには理工学系の技術の進歩の裏付けのもとに宇宙環境での人間の活動の場も更に拡がりつつある。今世紀中にはこの

流れは一層加速されるであろうと思わせる兆しもみられる。一方、地球環境の変化も著しいと言われて久しく、生物種の数の減退も止むことがない¹⁰⁾。人口動態上は人口分布も大きく変化する可能性がある。人口構成比は開発途上国や発展途上国と先進国では今世紀後半には大きく変わってくると予想される¹¹⁾。こうした地球環境の変動も人間をして宇宙へ向かわせる力ともなるであろう。しかし、何よりも人間が古来持ち続けてきた地球圏外への夢はひとを宇宙へ押し出す最大の力であろう。

こう考えると、今世紀には多人数による宇宙環境（それは月かもしれないし、火星かもしれない、地球軌道上の近宇宙かもしれないが）での長期滞在という状態が具現化されると思っても誤りではなからう。宇宙探検の使命を帯びた仕事から観光へと人類の宇宙進出は広がり、やがて半定住という時がやってくるであろう。とすれば、宇宙環境での人間社会構築は必然の流れといってもよい。

【社会構築の基本要因としてのセクシュアリティ】

人間社会を構築している最も基本的な要因としてセクシュアリティ Sexuality が挙げられる¹²⁾。セクシュアリティはヒトの根拠的特性のひとつであり、社会生活を営む上の基本的背景をなしており、集団形成の基礎なるものであると言われる。セクシュアリティの概念を形成する要素には sex, gender, sexual identity, gender identity, sexual orientation, sexual behavior (activity), eroticism, emotional attachment, reproduction などがあり、こうした個人に備わる性状が相互にからみあいながら集団、社会が形成されている。

従って、宇宙環境でひとが社会生活を営むとなると、こうしたセクシュアリティについての認識を改めて深めておく必要がある。この場合、生物学的視点からのみで

はなく、人文科学領野など広く論議を重ねて行くことが大事である。

【宇宙環境における生殖活動と生殖医療】

社会生活を営むにつれて、継世代に関する問題は必然的に生じるが、宇宙環境でのこの課題は遙か先のこと、あるいはあり得ないこととして今日迄体系的研究はなされてきていない。しかし、例えば宇宙に関わる科学者達の著書をひもとくと宇宙での人類の子孫誕生をごく自然な流れの如く記述している。これは決して筆が走り過ぎたということではなく、人類の頭のどこかにその日を待っている思いがあるという証しのひとつでもあろう。今後宇宙環境でいろいろな形で社会を形成して行くとなれば、やがては人間は宇宙でも子孫を残そうと欲するであろう。継世代活動に関わるセクシュアリティの直接的要因としては性、性行動および生殖現象が挙げられる。これらの要素が宇宙環境でも支障なく機能するためには宇宙環境においてセクシュアルヘルスが十分保持されてることが必要であり、そこにおいて宇宙環境での生殖医療の必要性が生じることとなる。

【宇宙生殖医学の研究課題】

宇宙環境がヒトの生殖過程にどんな影響を及ぼすかは未だ全く不明と言ってもよい。この問題を解くには生殖細胞の形成成熟から受精を経て妊娠、出産、保育に至る迄の性別形成過程を含めた生殖過程全般に亘る系統だった追求が必要である。

宇宙で人が生存在するために作られる人工環境の中で生殖医学上考えられる課題は多様であるが、影響する環境因子としてはやはり宇宙放射線と微小重力または低重力を中心とした重力変化が主たるものであろう。また、気圧、温度、湿度や景観、居住性など人工環境要因も重要な環境因子となり得る。宇宙放射線の影響としては特に生殖細胞の染色体や受精卵の分化の異常の有無をたしかめておくことが重要であろう。微小重力の影響については、生殖細胞の形態変化、性行為の変化、排卵受精、生殖細胞輸送、受精卵着床から妊娠中の母児双方更には分娩に至る迄の影響の有無、出産後の育児や児の生後発育への影響の検討などが考えられる課題である。これらの詳細は既に別報告でも述べたところであり¹⁾、課題は多岐にわたる。

こうした検討すべき課題の多彩さからみても、これらの研究はある程度組織的に研究計画を立てねばなかなか遂行の難しいということがわかる。

【考察例】

上記の研究課題を俯瞰しながら我々は種々考察を重ねてきた。例えば、胎児発達への微小重力の影響を検討する糸口として、地上における胎児の重力の影響を調べることを試みた。3D 超音波診断装置と動画解析ソフトを用いて母体の動きに伴う胎児の位置の変化をモデル実験と共に定量的に測定し^{4,5,7,9)}、胎児の重力による受動的な動きと自発的動きを識別した。また、ヒトの対面授乳の微小重力下における困難さの考察も行った⁶⁾。これらの詳細は既報文献にゆずる^{4,9)}。

【おわりに - 今後に向けて -】

人類が宇宙環境で集団生活を営み、人間社会を構築するであろうことを前提にするならば、宇宙におけるヒ

トの継世代に関する課題について様々な分野の研究者達による総合的かつ体系立った研究を推進することが必要である。その為にはやはり哺乳動物を用いた動物実験も欠かせない。先年のイタリーチームによるマウスの飼育実験装置はISSきぼうに設置されたと聞く(第56回日本宇宙航空環境医学大会特別講演)。その実績を踏まえれば日本は今後10年間継続可能となったISS活動の中で小型哺乳類による生殖研究をも世界の中で率先してすべきではなかろうか。その実現を期待したい。

【共同研究者】阿部詩織、伊藤千香、岩田香織、上條かほり、酒井百世、挟間章博、浜 正子、三木猛生、山崎将生、吉川文彦

【REFERENCES】

1. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. Prospects for reproductive medicine in space. Space Utiliz Res.20, 15-18, 2004 (in Japanese)
2. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. A proposal on a contribution of space biological sciences to sexual health in the human space life. Biological Science in Space 18, 169-170, 2004
3. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. The importance of sexuality for establishing a happy and peaceful space human society, IAC-05-A.P01, 2005, Fukuoka
4. Abe, S., Miki, T., et al. An observation method to study the effect of gravity on the fetus Space Utiliz. Res. vol.22, 244-247, 2006 (in Japanese)
5. Miki, T., Abe, S., et al. A trial for studying effects of gravity on the fetus. The 27th Annual Gravitational Physiology Meeting Journal of Gravitational Physiology 13(1):175-6, 2006
6. Shimizu, T., Netsu, Y. et al. Feeding Behavior in the Space Environment. Space Utiliz Res.23, 256-259, 2007 (in Japanese)
7. Miki, T., Abe, S., et al. A possible participation of gravity on the fetus development. Space Utilization Research, Vol.24, 273-275, 2008 (in Japanese)
8. Miki, T., Abe, S., et al. Consideration of influence of gravity to the fetal attitude. Space Utiliz Res.25, 138-140, 2009 (in Japanese)
9. Iwata, K., Miki, T., et al. A simulation experiment to speculate changes in fetus movements under micro gravitational conditions. Space Utiliz Res.26, 129-131, 2010 (in Japanese)
10. Jenkins M., Prospects for biodiversity. Science Vol302, 1175-1177, 14Nov.(2003)
11. Cohen J.H., Human population The next half century. Science Vol 302, 1172-1175, 14Nov.(2003)
12. Matumoto S., Miyahara S., Promotion of Sexual Health, WHO&PAHO, Guatemala, May 19-22, 2000 (in Japanese)