

胎児に対する重力の影響を検討するための一観察 —宇宙開発とセクシュアリティに関する問題の観点から—

諏訪マタニティークリニック 阿部詩織、根津八紘、吉川文彦、上條かほり、浜 正子
北里大学医学部衛生学公衆衛生学 三木猛生
福島県立医科大学医学部生理学第一講座 山崎将生、挟間章博
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、福島県立医大名誉教授 清水 強

An Observation Method to Study the Effect of Gravity on the Fetus —From the Viewpoint of the Issue of Sexuality in the Space Environment—

Shiori Abe¹, Takeo Miki², Yahiro Netsu¹, Fumihiko Yoshikawa¹, Kaori Kamijo¹, Masako Hama¹, Masao Yamasaki³, Akihiro Hazama³, Tsuyoshi Shimizu^{4,5}

¹ Suwa Maternity Clinic, 112-13 Yagi, Shimosuwa -machi, Nagano, 393-0077, Japan
E-mail:abe@smc.or.jp

² School of Medicine, Kitasato University, 1-15-1 Kitasato, Sagamihara, Kanagawa 228-8555
E-mail:sm04041w@st.kitasato-u.ac.jp

³ Department of Physiology, Fukushima Medical University School of Medicine, 1 Hikari-ga-oka, Fukushima 960-1295, Japan E-mail:Yamasaki@fmu.ac.jp

⁴ Shimizu Institute of Space Physiology, Suwa Maternity Clinic E-mail:tsuyoshi@smc.or.jp

⁵ Professor Emeritus of Fukushima Medical University

Abstract: We started studying the effect of gravity on the intrauterine fetus development as the first step for investigating reproduction in human being in the space environment. Reproduction is one of various components of sexuality which must be an important factor for constructing a peaceful human society in space. In this article we propose a method for measuring quantitatively the relation of movement of the mother to the posture of her fetus to know the effect of gravity on the fetus. We used a new model of ultrasonic diagnostic equipment which can show simultaneously movements of three dimensions of the fetus and a software for computing which can analyze two dimension movements, and established a method to demonstrate quantitatively a trend graph of change in posture of the fetus against the uterine wall axis of the mother. This method will also confer a benefit on the obstetrics medicine on the ground as well as the study of reproduction in space.

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

はじめに

現代社会においてはセクシュアリティに関する検討が国際的課題となっているが¹、宇宙開発においても今やセクシュアリティの問題を取り上げ、十分な議論をし、検討して行く時期に至っており、この問題を無視しては今後大きなビジョンをもって宇宙開発を平和的かつ理想的に発展させて行くことは難しくなるであろう。このことについてわれわれは一昨年末機を得る毎に提唱してきた^{2,5}。アメリカの宇宙政策の転換をきっかけとして宇宙開発が有人飛行への比重を増すに従って、月や火星での人間生活と人間社会形成が益々現実味を帯びてきている。

セクシュアリティは人間社会における個人の特

性とその集団形成の基礎となるものであり、それはジェンダー、ジェンダー・アイデンティティ、セクシュアル・オリエンテーション、セクシュアル・アイデンティティ、エロティシズム、情緒的愛着、性的活動、性的習慣、セィファー・セックス、責任ある性的行動、生殖等の要因あるいは概念に関係するという¹。これらの遂行または進行状況であるセクシュアル・ヘルスの保持増進は個人の生活や社会形成にとって重要な因子のひとつとなるであろう。セクシュアリティに関わる要因の中でも直接世代維持に関する生殖やそれに関わる性行動は将来の宇宙環境における生殖医療という観点から特に注目される場所である。

こうした背景を持ってわれわれは微小重力ない

しは低重力と生殖の関係を追求すべく、まず最初に胎児の発育に対する微小重力または低重力の影響を知るための第1歩として地上における胎児への重力の影響を検討することとした。本論文では、未だ試行段階ではあるが、そのために工夫して来た方法を報告する

方法

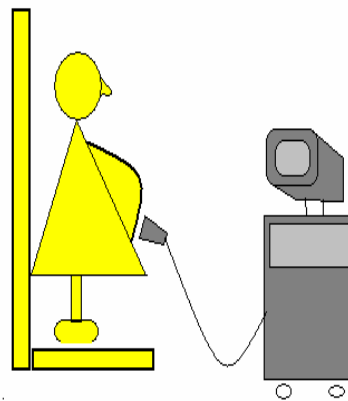
子宮腔内羊水中に存在する胎児の発達に対し重力がどう影響するのかを調べることは、妊婦が宇宙環境で生活したとしても容易でない。なぜならば、そこでは微小重力環境の母体への影響が間接的に胎児へも影響を及ぼす可能性が高いからである。同様に地上では、胎児への重力の影響をみようとしても地球重力の母体を介する間接的影響も含まれるであろう。唯、胎児への重力の直接的影響の有無を確かめるには、母体の体位変換によって胎児も同様な体軸ないし体位の変換が生じるかどうかを調べる方法がひとつ考えられる。つまり羊水中の胎児に働く浮力が重力負荷を緩衝する状態を観察するのである。そこでわれわれは近頃新たに導入された3次元動画(4D)像を得ることのできる超音波検査装置を用いて無侵襲で、かつ簡便な観察方法により母体の体位変動に伴う胎児の体位変化を定量的に観察することを計画した。実験的観察は諏訪マタニティークリニック倫理委員会の承認を得た上で行う。

1.被験対象 胎児の全身の動きを把握しやすい妊娠12~15週の時期の妊婦に協力を求める。協力してもらった被験者には、事前に診察を受けてもらい、母子共に健康であることを確認し、更に、この実験観察の目的、手順の詳細、危険性の有無ないしは注意点について研究責任者が説明をする。それにより十分な理解と承諾が得られた場合に観察実施を行う。

2.使用機器 3次元動画像を得ることのできる超音波検査装置(GE社製VOLUSON730 Expert)を用いる、この超音波検査装置は胎児の形態および動態を3次元動画像として、リアルタイムに観察することができ、現在日常診療において使用されているものである。

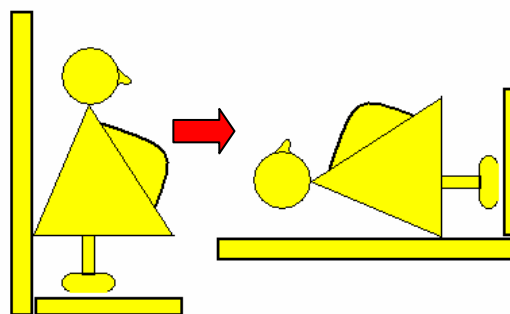
3.観察手順 1)母体の他動的体位変換用にはX線透視台を利用する。まず、透視台を90°直立させた状態とし、台を背にして踏み台上に被験者に直立姿勢で立ってもらい、超音波検査機のプローブを被験者(妊婦)の腹壁上で胎児と子宮壁の位置関係がプローブを動かさなくても継時的に観察できる部位を探して、そこに固定する(図1)。

図1



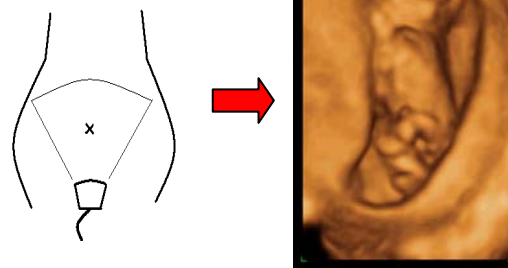
2)次いでプローブを腹部に当てたままVTR・HDに記録しつつ、台をゆっくり水平になる迄倒して行く(図2)。

図2

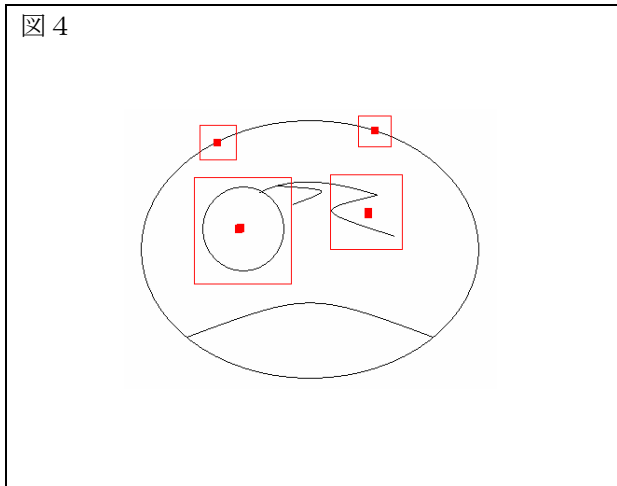


3)こうして得られた3次元動画(図3)を2次元動画解析ソフト(ライブラリー社製ソフト「Move-tr/2D 7.0」)を用いて胎児と子宮の位置関係の継時的変化を定量的に算出し、グラフを作る。

図3



4) 画像解析 2次元解析ソフトを用いた解析方法の一案として次のような方法を考えた。まず、画像上で子宮壁上及び胎児像上それぞれにおいて任意の2点をパターンマッチングにより認識させ(図4)、次いで、子宮側および胎児像上それぞれの2点を直線で結ぶ。この直線を毎秒2コマ程度の割合で継続的に追跡し、2本の直線の相対角度ならびに相対角度変位量を計測する。



なお、相対角度は子宮側からみた胎児軸角度を示す。即ち、子宮壁上の直線 A を角度 0 とした時それとなす胎児像上の直線 B の角度を意味し、" $|B-A|$ " で表わされる。また、相対角度変位量は ($|B-A|$) の継続的な変化量を示すもので、" $\Delta(B-A)$ " で表わされる (図5)。

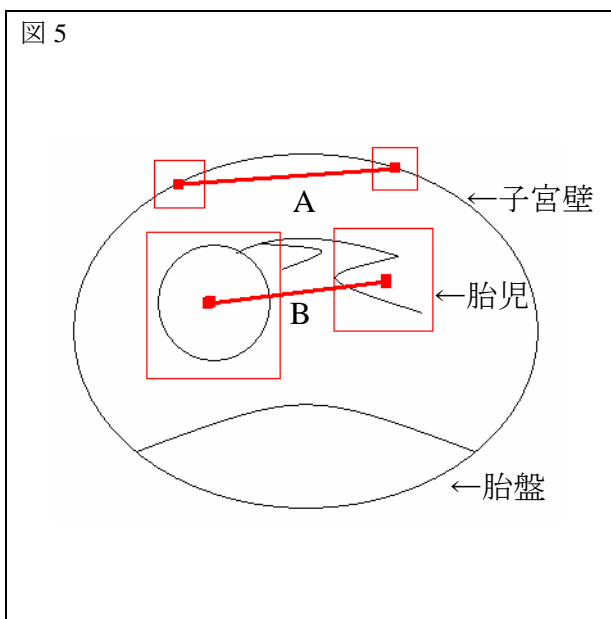


図6はある時点で同時に得られた3方向からの胎

児像である。

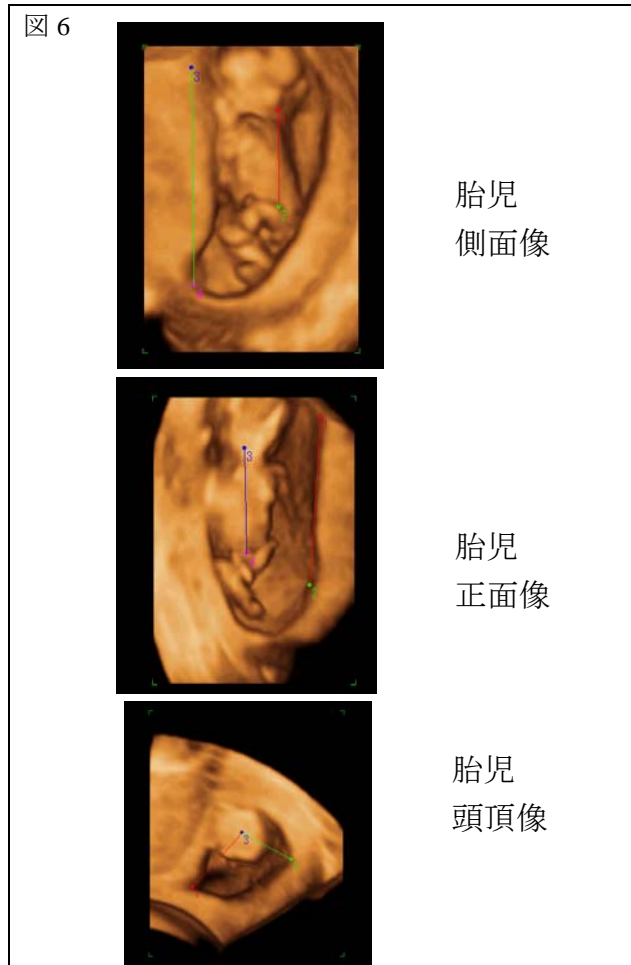
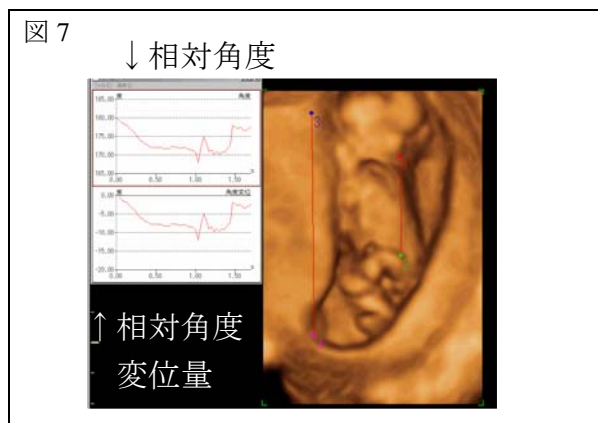


図7はこうして得られた相対角度(上)と相対角度変位量(下)のトレンドグラフである。この画像は被験者(妊婦)は静かに仰臥位になっている状態のままスキャンしたものである。従ってグラフ上の変動は胎児の能動的動きによるものと考えられる。



考察（今後の課題と展望）

上記の結果は 3 次元動画観察の可能な最新超音波検査装置と 2 次元動画解析ソフトとを用いることにより子宮壁の動きと胎児の動きとの関係を定量的に検討することが可能であることを示している。従って先に企画した如く母体の体位変換を行い、その時の動きを同様に解析することにより、母体の体位変換が胎児の動きに対してどう影響するのかを定量化することができるであろう。例えば、その解析の結果トレンドグラフが平坦ないしは水平に近ければ、母体の運動によって胎児の動きはあまり影響をうけないということが言えよう。但し、その際母体の体位変換に伴って子宮の動きもそれに一致しているかどうかを確認することが必要になる。

この方法を更に改良し、重力が胎児の子宮内での発達にどう影響を及ぼすかを検討することができるであろう。Sekulic ら⁶も妊娠後期における重力負荷の重要性を推定しているが、この方法で確かめることができるであろう。本法は羊水の胎児発達に対する役割を重力生理学的観点から詳細に検討する手段ともなり、ひいては微小重力あるいは低重力の胎児への影響を推察する基礎となることが期待される。こうした研究により、宇宙での多人数の長期滞在による新たな人間社会の構築の中で、そこでの妊娠、出産、そして世代を継いで行くという可能性が期待されると共に地上産科医療分野への還元される貢献も小さくはないと考える。

- 1) 4.松本清一、宮原 忍(日本語版監修);セクシュアル・ヘルスの推進,日本性教育協会,東京(2003), (Promotion of Sexual Health,WHO&PAHO, Guatemala,May 19-22,2000)
- 2) Shimizu, T., Netsu, Y., Yoshikawa, F., Kamijo, K. Prospects for reproductive medicine in space. Space Utiliz Res. 20, 15 – 18, 2004.
- 3) Shimizu, T., Netsu, Y., Yoshikawa, F., Kamijo, K. A proposal on a contribution of space biological sciences to sexual health in the human space life. Biological Sciences in Space 18, 169 -170, 2004
- 4) Shimizu, T., Netsu, Y., Yoshikawa, F., Kamijo, K. The importance of sexuality for establishing a happy and peaceful space human society, IAC-05-A.P01, 2005, Fukuoka
- 5) Shimizu, T., Netsu, Y., Yoshikawa, F., Kamijo, K. A 人類の宇宙進出とセクシュアリティの問題-その基本としての宇宙生殖科学と宇宙生殖医療-生殖・継世代に関する宇宙生物学実験研究 WG、2004 年 12 月、東京
- 6) Sekulic SR., Lukac DD, Naumovic NM,: The fetus

cannot exercise like on astronaut; gravity loading is necessary for the physiological development during second half of pregnancy. Med Hypotheses. 64(2);221-8,2005