

## 根室地区に於ける宇宙医学研究施設の構築

矢野昭起<sup>1</sup>、江上侑雄<sup>2</sup>、秋田大輔<sup>3</sup>、山下雅道<sup>3</sup>、中野 完<sup>3</sup>、鳥越俊彦<sup>4</sup>、秋葉鎌二郎<sup>5</sup>  
HASTIC 宇宙医学研究所／市立根室病院<sup>1</sup>、(株) 宇宙船<sup>2</sup>、JAXA<sup>3</sup>、札幌医大<sup>4</sup>、HASTIC<sup>5</sup>

### Construction of facilities for space medicine research in Nemuro district

Shoki Yano<sup>1</sup>, Ikuo Egami<sup>2</sup>, Daisuke Akita<sup>3</sup>, Masamichi Yamashita<sup>3</sup>, Tamotsu Nakano<sup>3</sup>, Toshihiko Torigoe<sup>4</sup>,  
Ryojiro Akiba<sup>5</sup>

<sup>1</sup>HASTIC Space Medicine Institute, <sup>2</sup>Uchusen Inc., <sup>3</sup>JAXA, <sup>4</sup>Sapporo Medical Univ. <sup>5</sup>HASTIC

Abstract: Nemuro district is located in the east-most end of Hokkaido, its seashore portion facing either to the Pacific Ocean or Okhotsk. Inland portion is an area where an uncivilized vast land and pastures are scattered, and it is rare to be tormented by the strong wind throughout the year, although climate is rather chilly. Nemuro-city is connected with Sapporo by railroad, and it is only one hour's trip to Sapporo by plane from Nakashibetsu airport which is located 80km from Nemuro-city. As the incidence of diabetes is high in Nemuro-district, clinical epidemiology and molecular examination of the disease can be done easily. The data obtained from clinical fields is important to evaluate the results obtained from space mice which are designed to produce therapeutic medicine for diabetes on orbit mice-experiments. People living in Nemuro-district showed a big interest in space medicine as it could produce a therapeutic medicine for diabetes. Moreover, Nemuro-district is one of the best place in Japan for constructing a terrestrial short-time agravity experiment facilities by use of free aerial fall capsule system for its lowest population density. This smart agravity facilities will become very powerful in making mission apparatus for recoverable small-sized mice experiment satellites in the way of order-made. As this smart facilities is less expensive, it can provide frequent experiment chances with low cost to many investigators who are enthusiastic for agravity experiments in space. The agravity conditions lasting 14 seconds inside the inner capsule will give sufficient conditions to study the biochemical, physiological, and biological phenomena that is specific in space. The aerial capsule could be lifted by balloon.

#### はじめに

宇宙開発は新しい段階に入っている。米・ロに続いて有人宇宙開発を成功させた中国は月面探査・開発計画を実施する勢いである。日本も昨年、宇宙基本法を成立させ、米・ロ・中・欧らの宇宙開発に伍する宇宙開発を実施できる法整備を行った。内容的には国際協力の形は採りつつ、日本の宇宙開発を経済活性化、教育改革、科学技術振興、国防強化、外交の切り札等に利用する事を内外に示したものである。国際協力を約束する限り、

日本も有人宇宙開発を行なう事が求められる。日本は世界の有人宇宙開発先進国に協調する事で、日本独自の宇宙医学・生物学を構築するチャンスがあると思われる。

第一回札幌冬季国際宇宙医学シンポジウム：NASA高官の基調講演 2月3-4日2007年、北大学術交流会館 図1



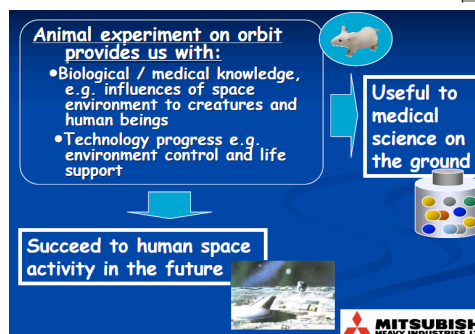
一昨年、札幌で開催された国際宇宙医学シンポジウムでの日・米・ロ宇宙開発関係者が互いに確認した事は今後、宇宙開発は宇宙開発先進国の個性豊かな宇宙開発が発展する一方で、先進国同士の国際協調を程よい緊張のバランスの上で発展させるとの合意であった<sup>1)</sup>。09年、オバマ米国大統領の発言に拠れば、地球規模のエネルギー危機に対応する為に、NASAは巨大な太陽光発電施設を月面に建設する事となりそうである。この構想はロシアでも論議されており、一昨年の札幌冬季国際宇宙医学シンポジウムに於いて、ロシア人宇宙飛行士が発表した<sup>1)</sup>。大型宇宙運搬手段を完成させた日本は日・米・ロ・欧の国際協力の枠組みの中で積極的な貢献を強く求められる事になると思われる。

### 1. 日本独自の回収小型マウス実験衛星システム開発研究と宇宙商業利用時代の到来

宇宙の特性は微小重力環境である。地上で微小重力環境を得る手段は限定される。パラボリックフライトと落下塔実験である。演者らは00年～03年の期間、北海道上砂川町で稼動していた地下微小重力環境施設（JAMIC）を利用して日本独自の10秒間微小重力環境医学・生物学実験研究を行なった。10秒間という短時間微小重力環境ではあったが、生命現象の生化学、生理学的側面を分析する実験が可能である事を内外に示した

2, 3, 4)。

図2



03年のJAMICの廃止を受けて、演者らはその後、04年～08年の5年間、三菱重工神戸造船所（MHI）と共同して回収小型マウス実験衛星システムの開発研究を行なった。その成果は06年大阪で開催されたISGP、同年秋の米国ASGSBで発表され、日本独自の宇宙開発として、世界から高い評価を受ける事となった（図2, 3）。我が国初の回収小型マウス実験衛星は2011年地球周回軌道に投入され、回収される予定である。

図3



我々の宇宙医学・生物学研究システムに酷似した「火星マウス計画」が米国に於いて推進されていたが、NASA宇宙開発予算の削減の中で同計画は大きく後退した。

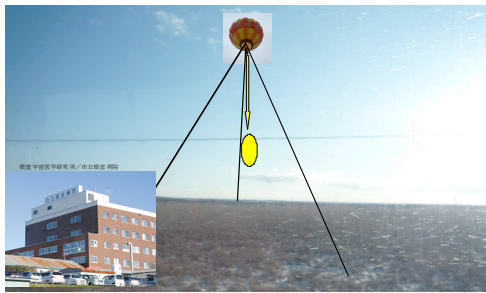
一昨年の札幌冬季国際宇宙医学シンポジウムに於いて、NASA高官は日米共同による回収小型マウス実験システムの開発研究を提案した（図1）<sup>1)</sup>。大型宇宙開発に限らず、小型宇宙開発でも価値のある宇宙開発は共同開発を求められる

時代となった。その理由は宇宙開発が市場原理で駆動される時代となった事による<sup>1)</sup>。日・米・ロ宇宙開発関係者は、将来、宇宙開発は宇宙の商業利用 (Space commercialization) で駆動するであろう事を確認した。その時、地球環境保全を国際条約の下に厳しく律しておけば、宇宙開発と宇宙環境保全は両立できるとの共同認識を発表した<sup>1)</sup>。遠からず、日・米・ロ・欧は協調と競合の中で巨大宇宙開発に突き進むと我々は確信する。

## 2. 日本の宇宙開発を下支えする、大気中自由落下カプセル使用<sup>6)</sup> 14 秒間地上微小重力環境施設の根室地区での建設を提案する。

図 4

根室地区に於ける 14 秒間微小重力 (大気中自由落下カプセル方式) 地上施設の構築と市立根室病院 / 宇宙医学実験研究施設 (新築予定)



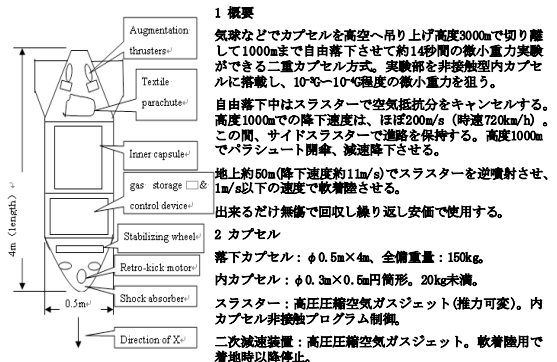
演者らが MHI と共同した「回収小型マウス実験衛星システムの開発研究」は LEO 上の回収小型衛星で得られる微小重力環境で飼育されるマウス (宇宙マウス) に糖尿病状態を誘導し、糖尿病責任遺伝子を同定する事、その遺伝子情報を基として、経口糖尿病薬を造る (宇宙創薬) 事を目的としている。この事業は Space commercialization の方式を活用する。米国も骨粗鬆症治療薬開発を狙った宇宙創薬を同様の手法で行っており、一昨年の札幌冬季国際宇宙医学シンポジウムで、NASA 高官はその研究の詳細報告を行った<sup>1)</sup>。

日・米・ロ・欧共同の大規模月面宇宙基地の建設計画が実施されるには、月面重力環境でマウスを長期間飼育し、地球に帰還させる実験 (Moon

mice 計画) が不可欠となる。日本の技術だけでも可能であるが、国際共同事業とすれば成果と評価は大きくなる。08~09 年に掛けて顕著となった化石エネルギーに依存した地球環境の脆さの故に、宇宙開発は月面での太陽光発電に向けて一気に動く可能性がある。

日本が米・ロ・中・欧に伍する宇宙開発を展開させるには、若手宇宙科学研究者、技術者を質量ともに確保する必要がある。青少年の理科教育も当然不可欠となる。その為には実際に多くの微小重力実験を体験することが必須であり、日本全国に短時間微小重力地上施設を建設する事が必要となる。低コストと研究者サイドの利便性を満たすには、大気中自由落下カプセル<sup>6)</sup> 使用地上微小重力施設が優れている (図 4, 5)<sup>5,6)</sup>。

地上14秒間無重力実験用大気中落下カプセル概要 図 5



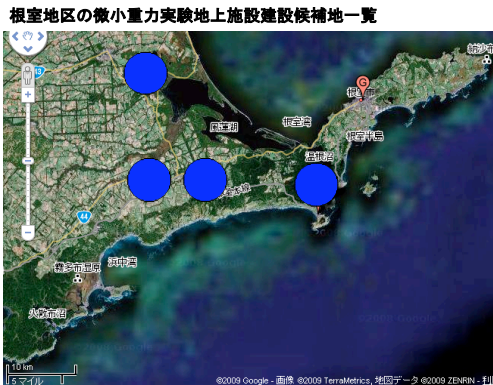
微小重力環境 14 秒を提供できる地上施設を全国数十箇所に建設すれば、青少年~大学院生の教育・研究用微小重力実験を含めて、一般研究者の実験要求を全て満足できる。1 施設の建設費は概ね 1 億円を上回らないと思われる。落下カプセルの 3km 上空への運搬には繫留気球を使う事から<sup>7)</sup>、実験の安全性は保たれる。演者らは大気中自由落下カプセル使用<sup>6)</sup> 14 秒間地上微小重力環境施設を根室地区に建設する事を提案する。

## 3. 大気中自由落下カプセル使用<sup>6)</sup> 14 秒間地上微小重力環境施設が根室地区に適合す

## る理由

地上14秒間無重力実験用大気中落下カプセル概要

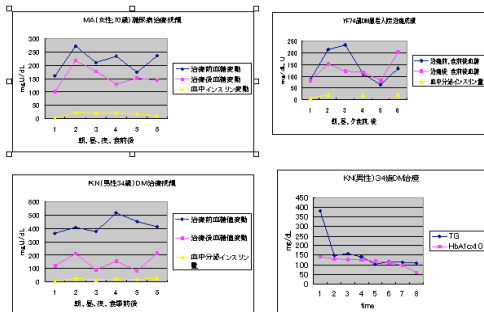
図 6



演者らが根室地区に宇宙医学実験施設を建設する理由の第一は、広大な、ほぼ無人の土地が安価で取得できる事と比較的気候が安定している事である（図6）。第二の理由は根室市民、行政が宇宙医学を利用した生活習慣病予防に熱心で、協力的である事である。

根室地区居住糖尿病患者を対象とした臨床研究の成果 図 7

糖尿病患者治療成績比較：食事・インスリン分泌変動が回復した症例、適格な食事、運動、薬物療法にて血糖コントロールに関連する遺伝子機能が回復した。



演者が勤務する市立根室病院を受診する内科患者の約半数は糖尿病患者とその予備軍である。回収小型マウス実験衛星のミッションは糖尿病発症責任遺伝子の同定であるが、その為には宇宙マウスの糖尿病発症責任遺伝子に対応するヒト

遺伝子の機能解析が必要となる。演者は若年で発症した2型糖尿病・病態生理をほぼ正常状態に復帰させる糖尿病解除遺伝子の存在を示唆する臨床データを得た（図7）。

2年後、新築予定の市立根室病院の一角に宇宙医学/予防医学研究部門が設置される。落下実験を行った後の資料処理にはこの新築病院の実験室を利用する事が不可欠となる。

根室地区で大気中自由落下カプセル使用<sup>6)</sup> 14秒間地上微小重力環境施設が完成すれば、日本全国に同様の施設を普及させる事ができる。施設の建設には、一般的には2km四方の土地があれば可能である。困難な事ではないと思われる。

## References

- 1) Proceedings of the 1st International Space Medicine Symposium 2007 in Sapporo, Feb.3-4, 2007 "Prospect of the market-driven space exploration"
- 2) Yoshioka, M et al. Biol Sci Space 2000, Oct.14
- 3) Torigoe, T et al. Biol Sci Space, 15, 306-7, 2001.
- 4) Yano, S et al.: Drop Tower Days Sapporo, 2002, Oct. 25
- 5) J. Jpn. Soc. Microgravity Appl. Vol.24 No.3 2007(307-311) Special Issue: DTD 2006 in JAPAN Original Article "Free Aerial Fall Capsule for Microgravity Experiment of a 20 Sec Class"
- 6) R. Akiba, I. Egami, S. Yano, et al., "Free Aerial Fall Capsule for Microgravity Experiment of a 20 Sec Class", J. Jpn. Soc. Microgravity Appl. Vol.24 No.3 2007(307-311) Special Issue: DTD 2006 in JAPAN Original Article
- 7) D. Akita, et al., "Study of Simplified Microgravity Experiment System by Tethered Balloon", Scientific Balloon Symposium, ISAS/JAXA, 2007 (in Japanese).