

Measurement of Micro-gravity Environment on SFU

佐々木進 (宇宙研)

Susumu SASAKI, The Institute of Space and Astronautical Science

3-1-1 Yoshinodai, Sagamihara, Kanagawa 229

This paper describes the micro-gravity environment of SFU measured by a 3-axis servo-accelerometer. There existed g-jitters of several tens of micro-g (rms) beyond 10 Hz all the time during the mission. Fluctuations associated with solar paddle dynamics have been also observed below 1 Hz. It has been confirmed that the g-environment of SFU was almost same as that of Eureka and was better than that of the Space Shuttle.

Key Words : Micro-gravity Environment, G-jitter, SFU

SFU (Space Flyer Unit; 宇宙実験・観測フリーフライヤ) は、我が国で開発された無人の再使用型多目的宇宙実験プラットフォームである。SFUは、H-II-3号機により1995年3月に打ち上げられ、1996年1月にスペースシャトル72号機により回収された。ミッション期間中は高度約486kmで、赤外線望遠鏡による宇宙観測、いもりを用いた宇宙生物実験、電気炉による産業実験、JEM曝露部部分モデル実験、各種の理工学実験が実施された。

SFUのマイクロG環境は、主として曝露部に搭載されたSFU環境モニター(SEM)内の3軸サーボ加速度計により計測された。この加速度計は、分解能 $10\mu\text{G}$ でサンプリングレイトは最大62.5Hzである。この加速度計の特性をTable1に示す。

Table 1 Characteristics of servo-accelerometer.

計測範囲	H: $-880 \sim +880\ \mu\text{G}$ (@20°C) L: $-12.4 \sim +12.4\ \text{mG}$ (@20°C)
バイアス温度変動	$\pm 30\ \mu\text{G}/^\circ\text{C}$ 以内
分解能	H: $10\ \mu\text{G}$ L: $100\ \mu\text{G}$
応答特性	0 ~ 30 Hz : $\pm 5\%$
サンプリング周期	62.5 Hz (最大)
温度センサ分解能	0.5 °C

マイクロG環境の計測は10ヶ月のミッション中、30分から4時間をひとつの運用の単位として合計200回以上行われた。典型的なマイクロGの計測例(Z軸)をFig.1に示す。横軸は時間、縦軸はマイクロGレベルを示している。時間軸上の斜線部は日陰時間帯を示しており、軌道約3周回分のデータが表示されている。Gレベルの変動の振幅は、軌道周回に同期した変調を受けている。このような軌道周回に同期したマイクロGの変動は、他の軸のデータにも同様に存在した。また、このようなマイクロGの変動は、強度は異なるがミッション中常時存在した。

観測されたGレベルの変動を周波数分析した例をFig.2に示す。ミッション中常時観測されたGレベルの変動の主成分は、10Hz以上の帯域に存在する振動(Gジッター)によるものである。

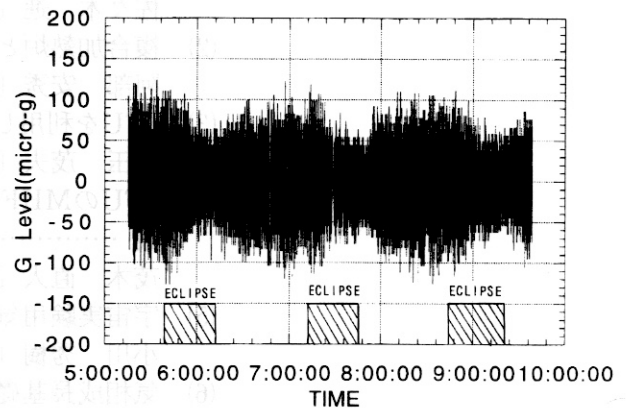


Fig.1 Typical example of micro-g measurement. Shaded show the periods of shadow.

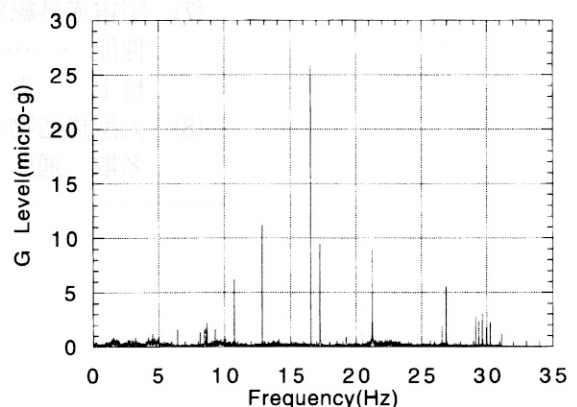


Fig.2 Example of FFT analysis.

一方、1 Hz 以下の領域には、レベルは低いが Fig.3 に示すような特徴的な G ジッターが存在する。10 Hz 以上の G ジッターは SFU 本体の構造の固有周波数に関連し、1 Hz 以下の G ジッターは太陽電池パネルの振動に関連していると考えられる。

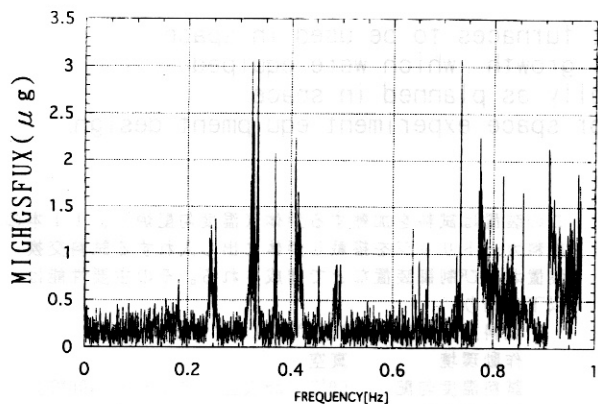


Fig.3 G-jitters observed below 1 Hz.

宇宙材料実験からのマイクロ G 要求は、擾乱の周波数に依存し、試験材料が応答しやすい低周波では要求が厳しいが、応答し難い高周波では要求値が緩くなる。例えば SFU と類似の宇宙実験プラットフォームであるユーレカ（1992 年打ち上げ）では、DC から 1 Hz までが $10 \mu\text{G}$ 、10 Hz で $100 \mu\text{G}$ 、100 Hz で 1mG 以下の環境の要求が規定されている¹⁾。SFU で計測されたマイクロ G レベルの変動を、スペースシャトルのデータ、ユーレカのスペック、宇宙基地で検討されているスペックと比較した例を Fig.4 に示す²⁾。SFU でのマイクロ G 環境は、スペースシャトルよりも高品質で、宇宙材料実験の一般的なスペックを充分満足していることがわかる。

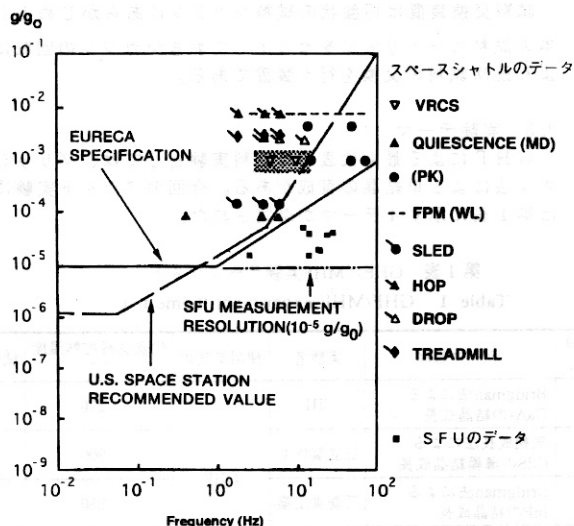


Fig.4 Comparison of micro-g environment of SFU and Space Shuttle. Recommended specifications for Eureka and Space Station are also shown for reference.

SFU で計測されたマイクロ G 環境をユーレカの測定値³⁾と比較した例を Fig.5 に示す。ユーレカでは 5 Hz の帯域までしか計測は行われていないが、5 Hz までの帯域では、ユーレカと SFU とはほぼ同レベルのマイクロ G 環境であったことがわかる。SFU で観測された 10 Hz 以上の周波数帯域の G ジッターについては、その発生メカニズムとエネルギーソースについて現在検討中であるが、このような高い周波数帯域での計測は、ユーレカだけでなく NASA のフリーフライヤーでも行われたことが無く、宇宙でのマイクロ G 環境や構造振動の研究にとって貴重なデータであると考えられている。

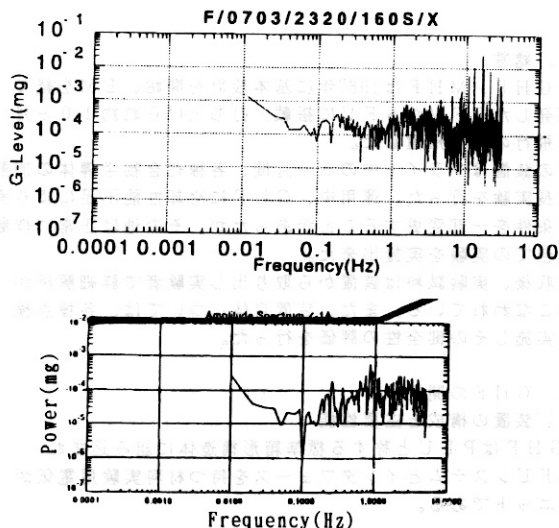


Fig.5 Comparison of g-environment for SFU (upper panel) and Eureka (lower panel) .

参考文献

- 1) O.Minster, L.Innocenti, and D.Mesland : Looking at Science on board Eureka, ESA BR-80, May 1993.
- 2) H.Hamacher, R.Jilg, and U.Merbold : Analysis of Microgravity Measurements Performed during D1, ESA SP-256, February 1987.
- 3) D.Eilers and H.R.Stark : Eureka Microgravity Environment- Preliminary Flight Data, Joint "L+I" Science Review for USML-1 and USMP-1 with the Microgravity Measurement Group, September 1993.