

# 航空機高度での太陽粒子による被ばくについて

平成17年5月30日

保田 浩志

放射線医学総合研究所

# 過去に発生した最大級フレア

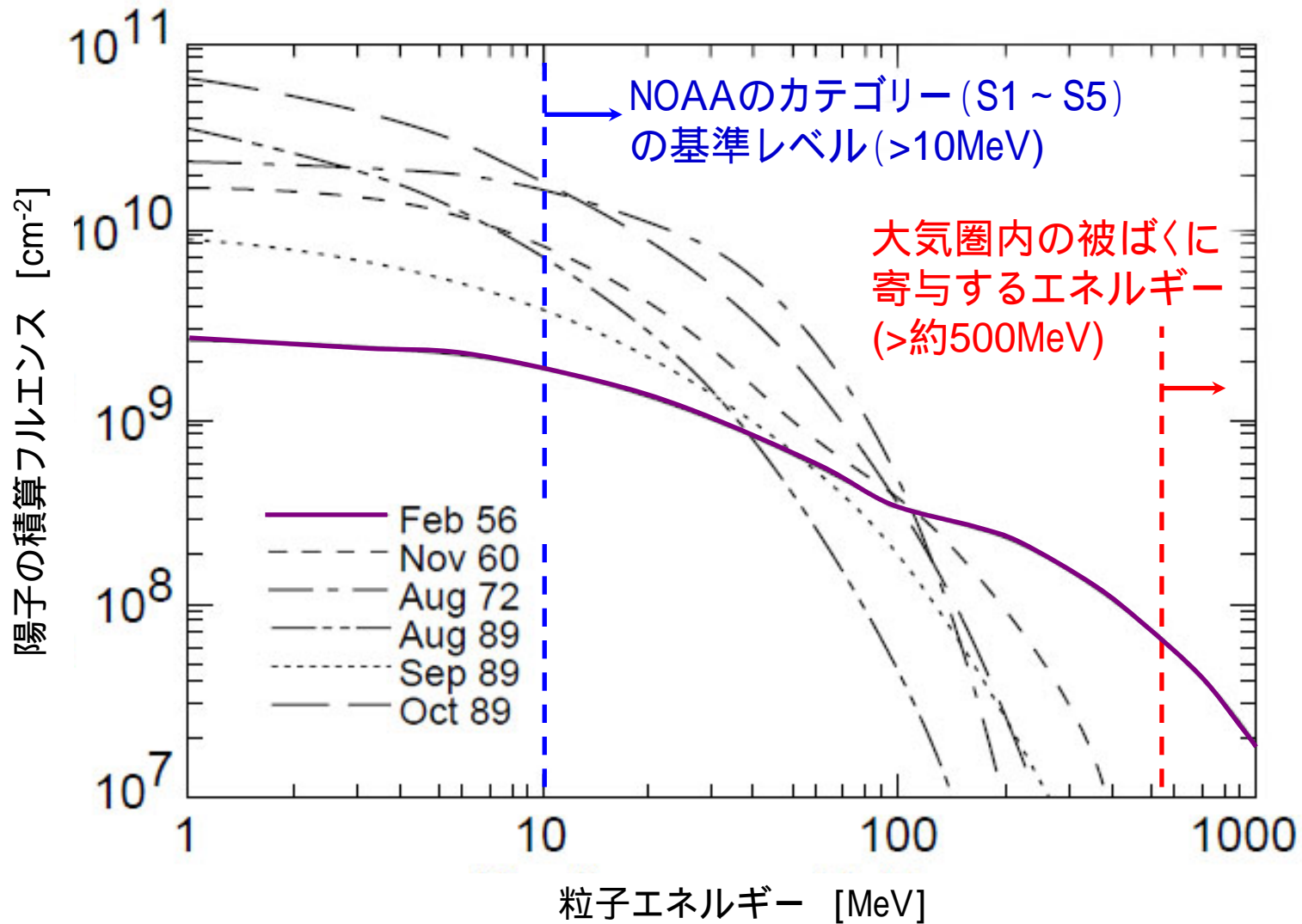
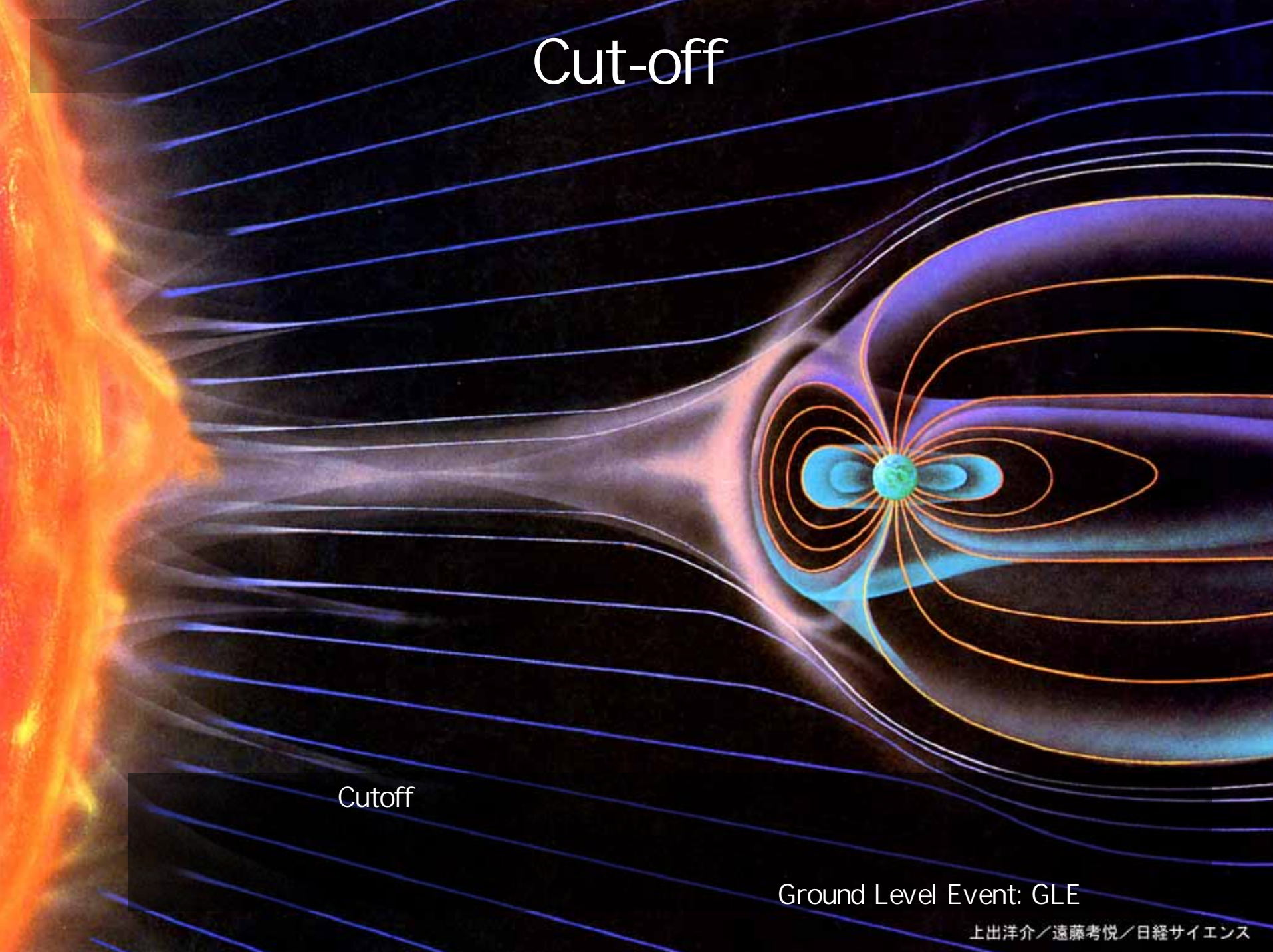


図1. 1942年以降の大規模な太陽フレアの発生に伴い、地球の磁気圏まで飛来した陽子のエネルギースペクトル(Nealy et al., 1992).

# 地球の磁場によるCut-offについて

The image is a scientific illustration showing the Earth's magnetic field interacting with the solar wind. On the left, a bright orange and yellow flame-like structure represents the Sun. From it, a stream of blue and purple lines representing the solar wind flows towards the right. In the center, a small green and blue Earth is shown with its magnetic field lines, depicted as orange and red loops, extending outwards. The solar wind is deflected by the magnetic field, creating a protective magnetosphere around the Earth. The background is dark blue with some lighter blue and purple streaks, suggesting the cosmic environment.

地球磁場が持つCutoff効果のため、地磁気緯度の低い場所ほど大気圏に侵入する太陽粒子の数は少なくなる。大気圏に到達した粒子も大気分子とのカスケード反応を起こし、地上には殆ど到達できない。したがって、航空機等での被ばくを念頭に太陽フレアの規模を評価する場合、高緯度で観測される中性子の増加 (Ground Level Event: GLE) を見る。

# Cut-offの強さ (rigidity) と線量率の関係

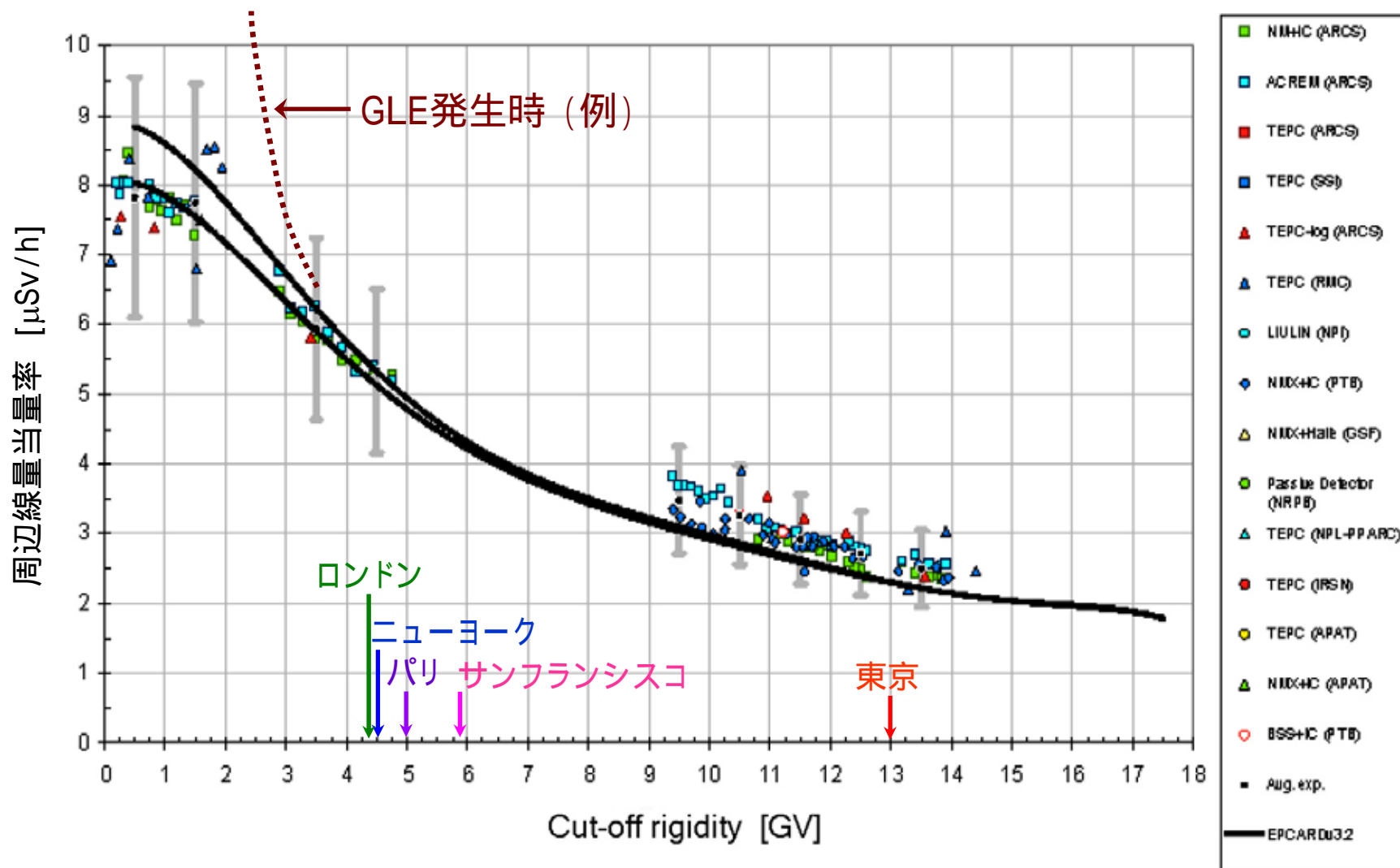


図2. 高度11,887mにおける1cm周辺線量当量率とvertical cut-off rigidityとの関係. 実線はEPCARDコードによる計算値、プロットは1992年5月～2003年5月に得られた実測データに基づく推定値(European Radiation Dosimetry Group, 2004).

# Cut-off rigidity の分布

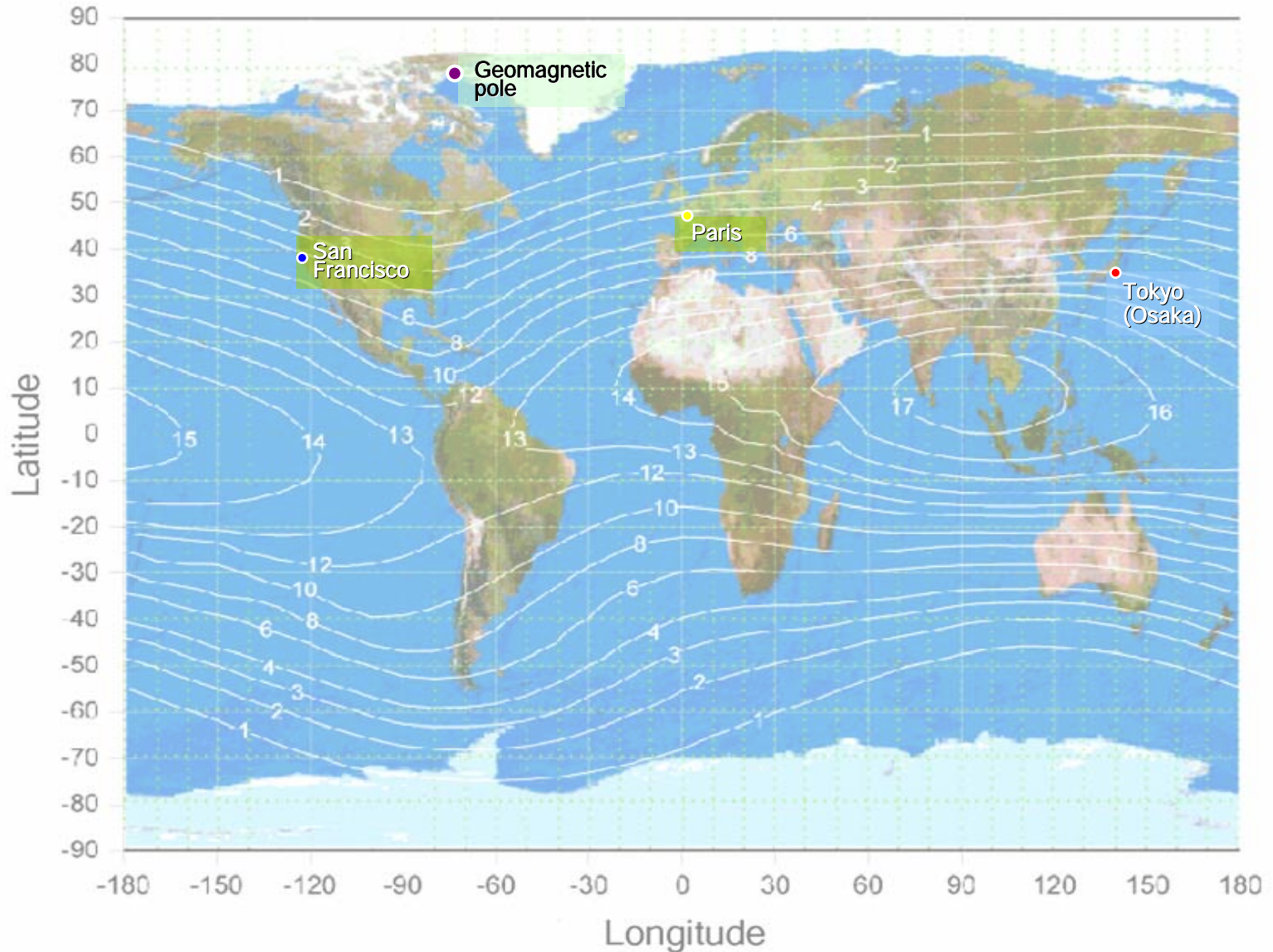


図3. 高度20kmにおける vertical cut-off rigidityのグローバル分布 (European Radiation Dosimetry Group, 2004) ; 北磁極はグリーンランド西部( 印)にある .

# 太陽フレアにより受け得る最大線量値 (1)

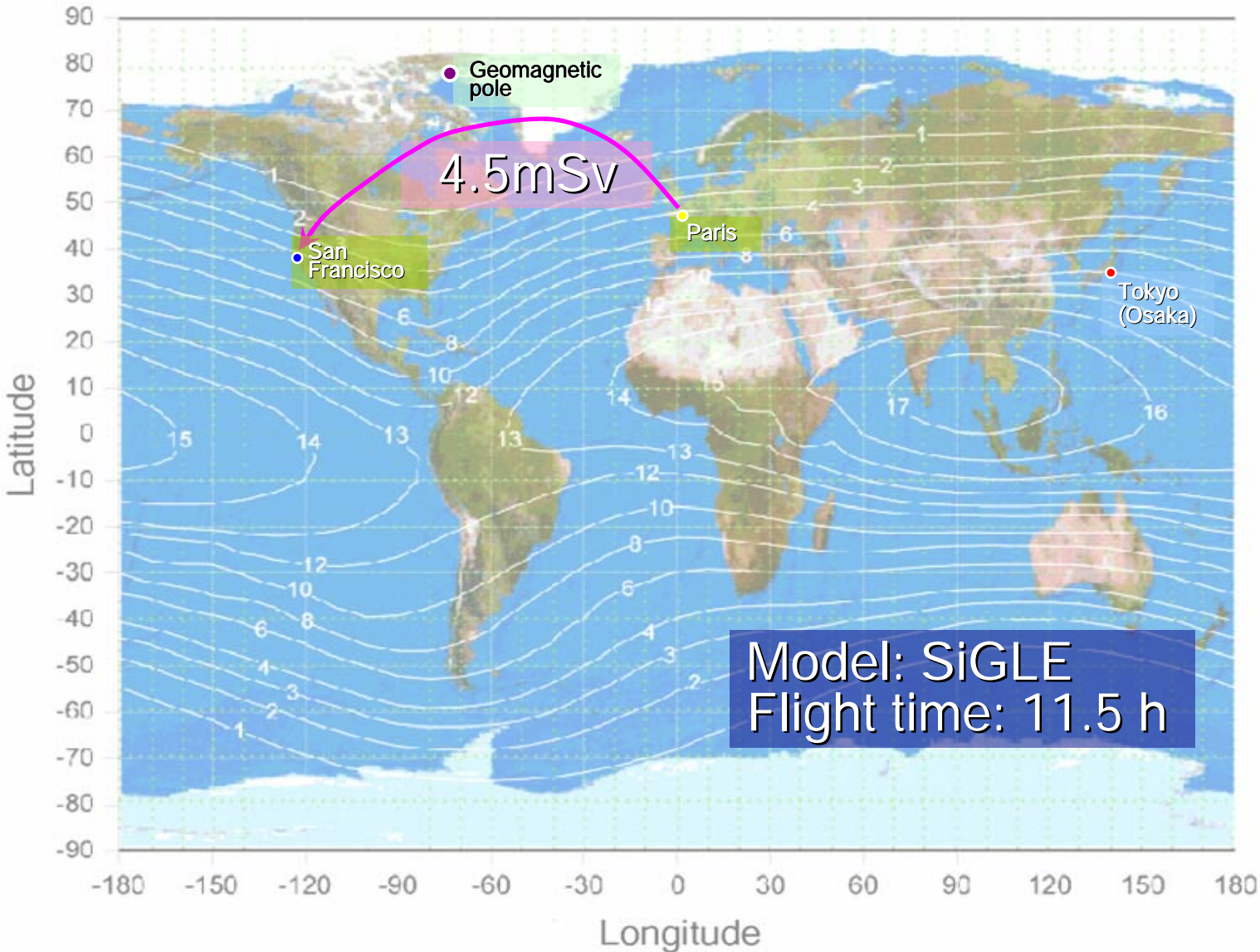


図4. パリーサンフランシスコ間の標準的な航路と、同航路を民間機で飛行中に1956年2月の規模(S5規模)の太陽フレアに遭遇した場合に受け得る周辺線量当量の最大推定値(Lantos and Fuller, 2003)。

# 太陽フレアにより受け得る最大線量値 (2)

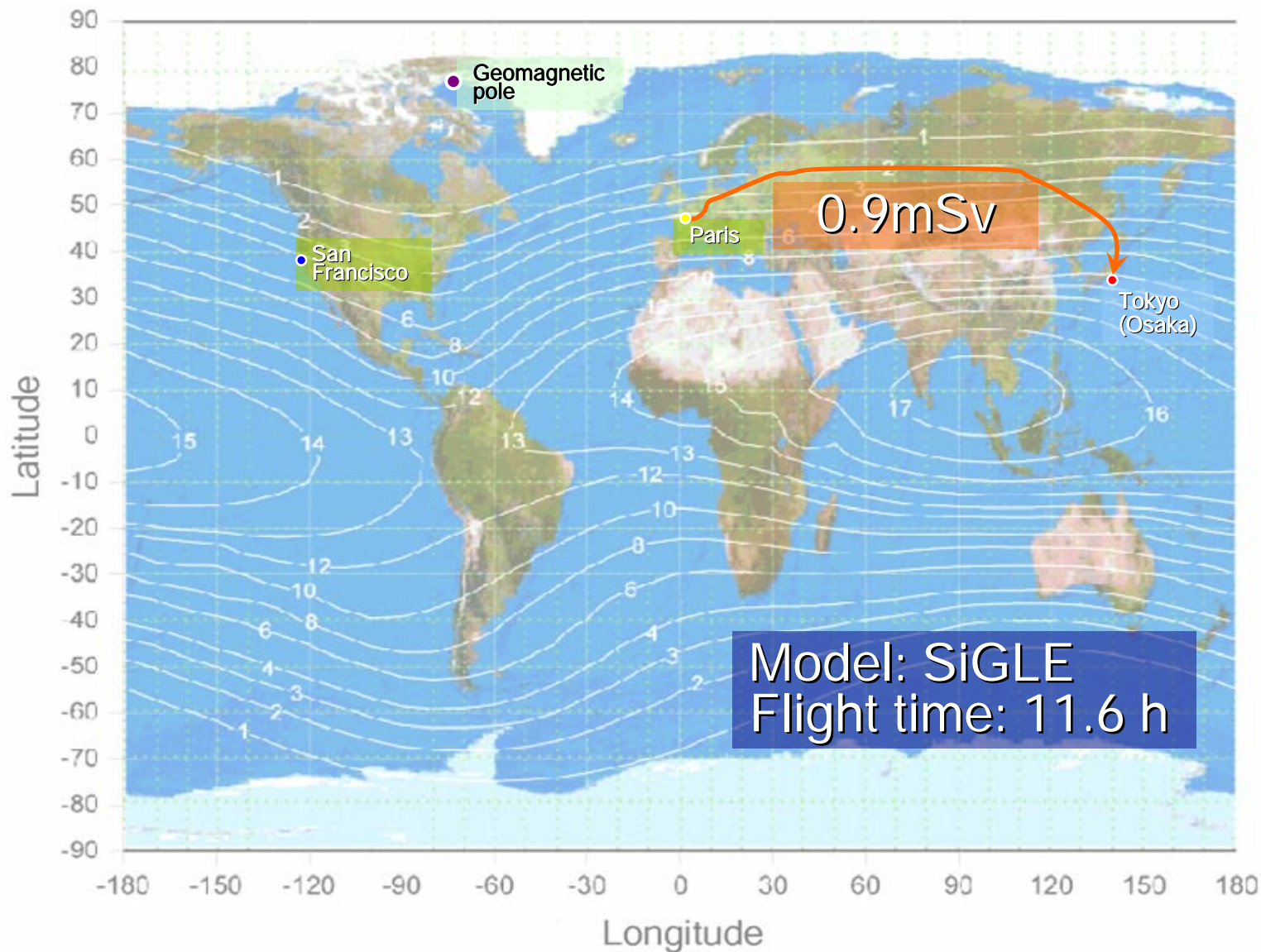


図5. シベリア南部を通るパリー東京間の航路と、同航路を民間機で飛行中に1956年2月の規模(S5規模)の太陽フレアに遭遇した場合に受け得る周辺線量当量の最大推定値(Lantos and Fuller, 2003).

# 太陽フレアにより受け得る最大線量値 (3)

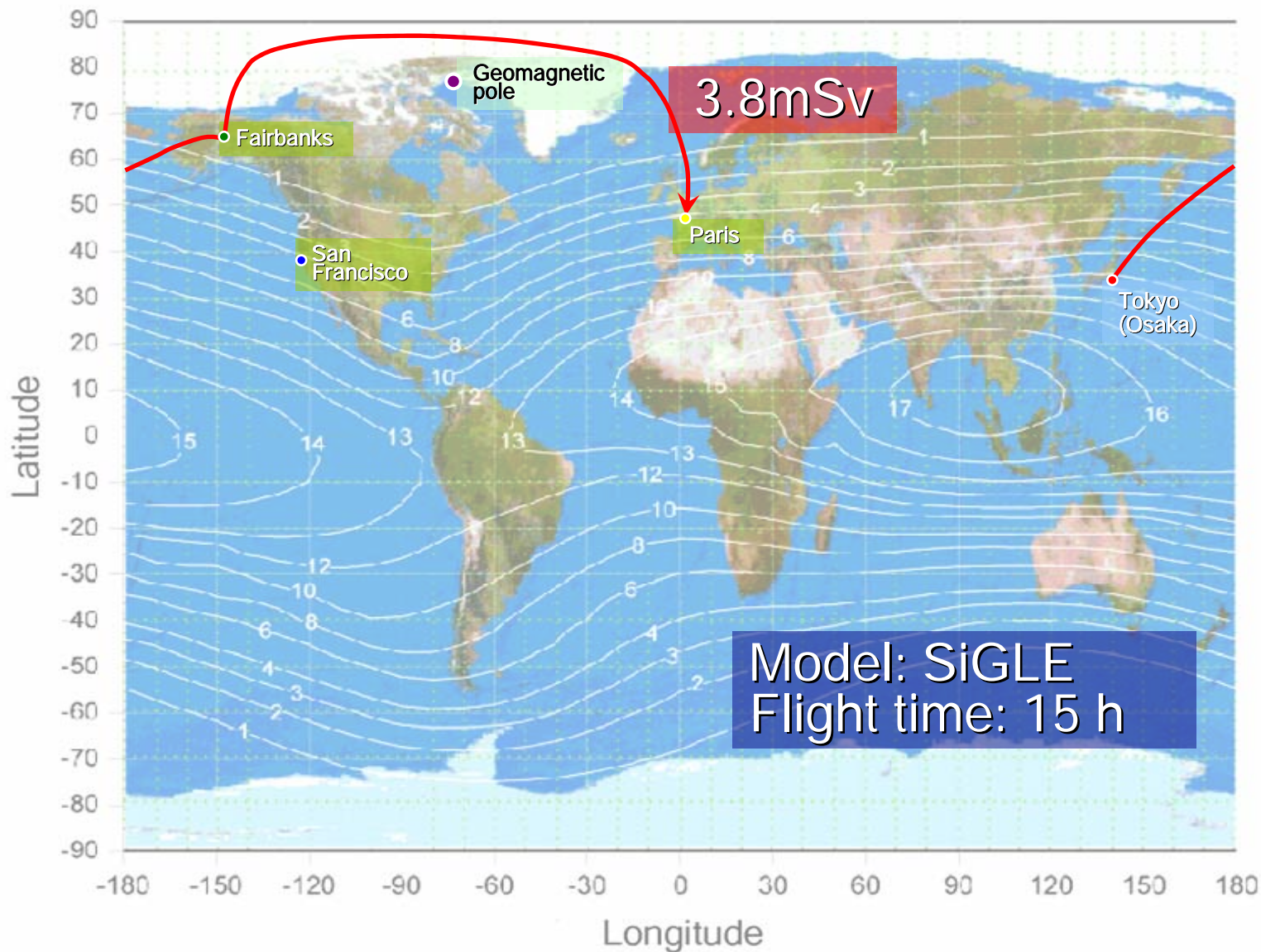


図6. アラスカを経由するパリー東京間の航路と、同航路を民間機で飛行中に1956年2月の規模(S5規模)の太陽フレアに遭遇した場合に受け得る周辺線量当量の最大推定値(Lantos and Fuller, 2003)。



# 過去のフレアについて推定される線量の最大値

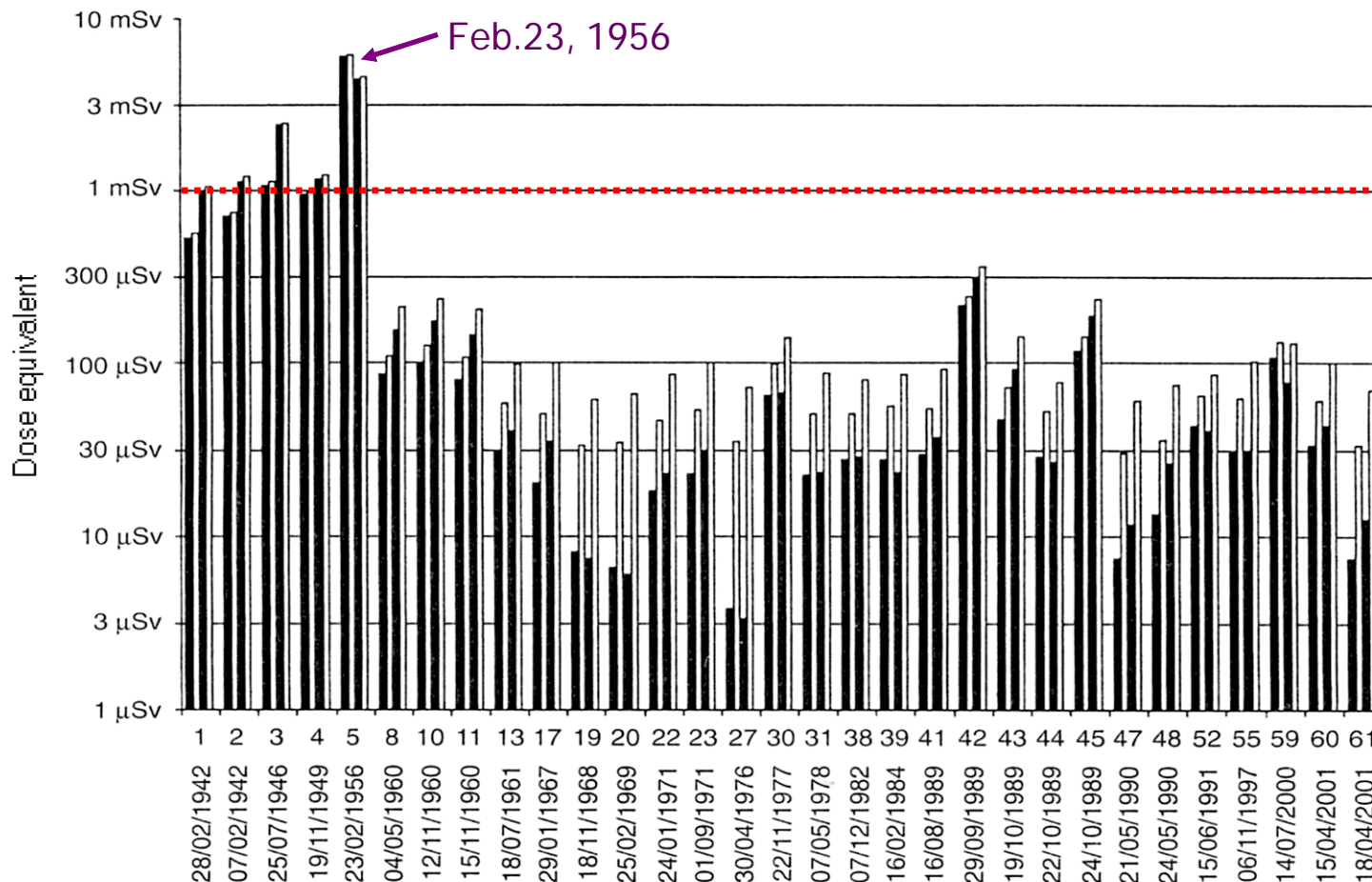


図7. 過去に地上での中性子の増加 (Ground Level Event: GLE) が比較的大きく観測された太陽フレアについて、SiGLEモデルを用いてworst caseで計算された周辺線量当量の最大値。黒いバーは太陽フレア粒子の寄与、白いバーは総線量を示し、左のペアはパリ～ニューヨーク間のコンコルドでの飛行(巡航高度17km、飛行時間3.5h)、右のペアはパリ～サンフランシスコ間のエアバスA340での飛行(巡航高度11km、飛行時間11.5h)での線量を示す (Lantos and Fuller, 2003)。なお、1956年2月23日のフレアは1942年以降5番目に観測されたGLE事象に当たる。

# まとめと見解

1. 太陽フレア粒子のうち、航空機高度等大気圏内の被ばくに寄与するのは、エネルギーが数百MeV以上の成分である (NOAAの分類基準とは必ずしも対応しない。 )。
2. 日本 - 欧米間の路線で高緯度飛行中に観測史上最大の太陽フレアに遭遇すると仮定した場合、線量は数mSv (最大でも5mSv以下)になると推定される。
3. しかしながら、上記の推定値は、約50年前に取得された限られたデータから導出された太陽粒子のエネルギースペクトルに基づくものであり、線量が高めに評価されている可能性がある。

# 引用文献

- 1) Nealy, J.E., Striepe, S.A. and Simonsen, L.C. (1992)  
MIRACAL: A Mission Radiation Calculation Program for  
Analysis of Lunar and Interplanetary Missions. NASA TP-3211.
- 2) European Radiation Dosimetry Group (2004) Cosmic  
radiation exposure of aircraft crew - compilation of measured  
and calculated data. A report of EURADOS working group 5.  
European Commission, Luxembourg.
- 3) Lantos, P. and Fuller, N. (2003) History of the solar particle  
event radiation doses on-board aeroplanes using a semi-  
empirical model and Concorde measurements. Radiat. Prot.  
Dosim. 104, 199-210.