

# Be-7、Na-22などによる宇宙線強度時間変化

(H19年度研究費：350千円、旅費：200千円)

## 古木年輪中の放射性炭素測定と 微量放射性同位元素分析

(H19年度研究費：250千円、旅費：200千円)

山形大学理学部

櫻井敬久、菊池聡、佐藤太一、乾恵美子、鈴木佳代

門叶冬樹、郡司修一、門叶冬樹、

有働慈治(宇宙線研)、門倉昭(極地研)、佐藤夏雄(極地研)

# 研究目的

過去の宇宙線強度変動と太陽活動の探索

宇宙線生成核種の利用 (C-14, Be-7)

大気気象情報

宇宙線スペクトル  
と太陽活動

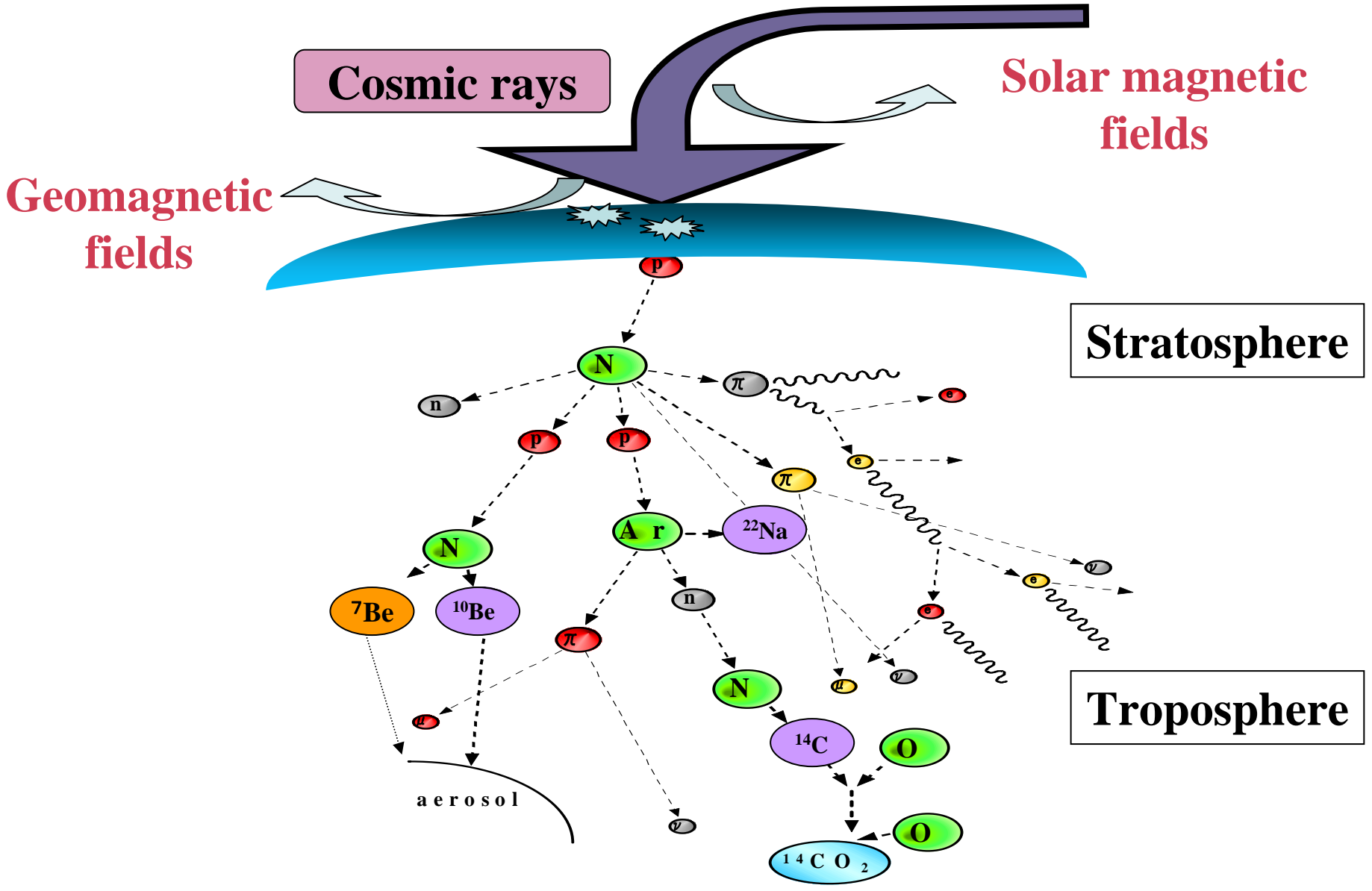
現代の宇宙線生成核種の高時間分解能測定  
による時間変動の統一的理解

Air-mass motion

Climate

Aerosol

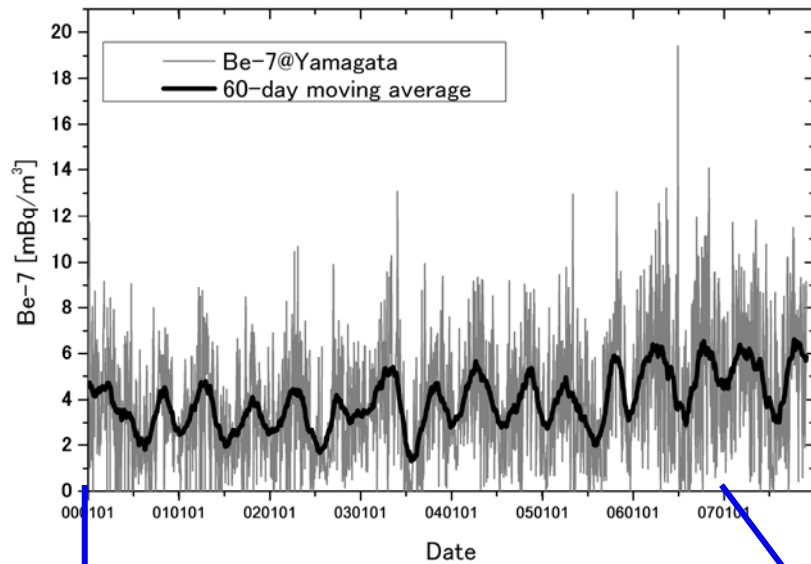
# Cosmogenic nuclide



# トピック

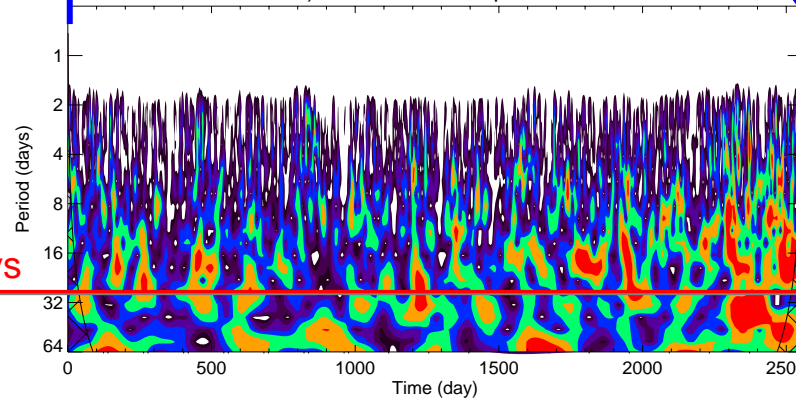
- Be-7濃度変動
  - 日変動、季節変動、年変動と太陽活動
- 気象データ、流跡線解析
- Na-22、Cs-137の測定
- 古木年輪中の安定同位体と放射性同位体
  - $\delta$  O-18, K-40

# Daily Profile of Be-7 Concentrations for 8 years from 2000



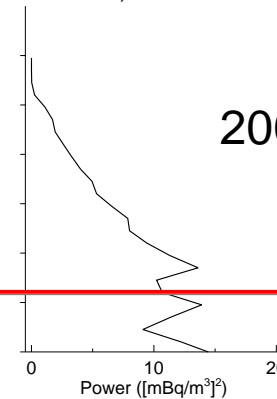
太陽活動の活動期から  
静穏期のtime profile

b) Wavelet Power Spectrum



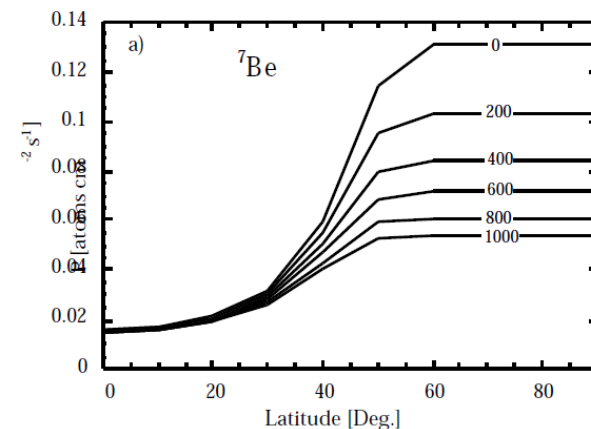
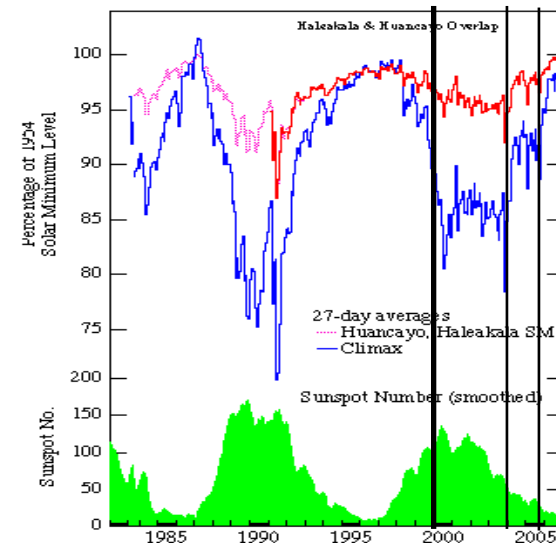
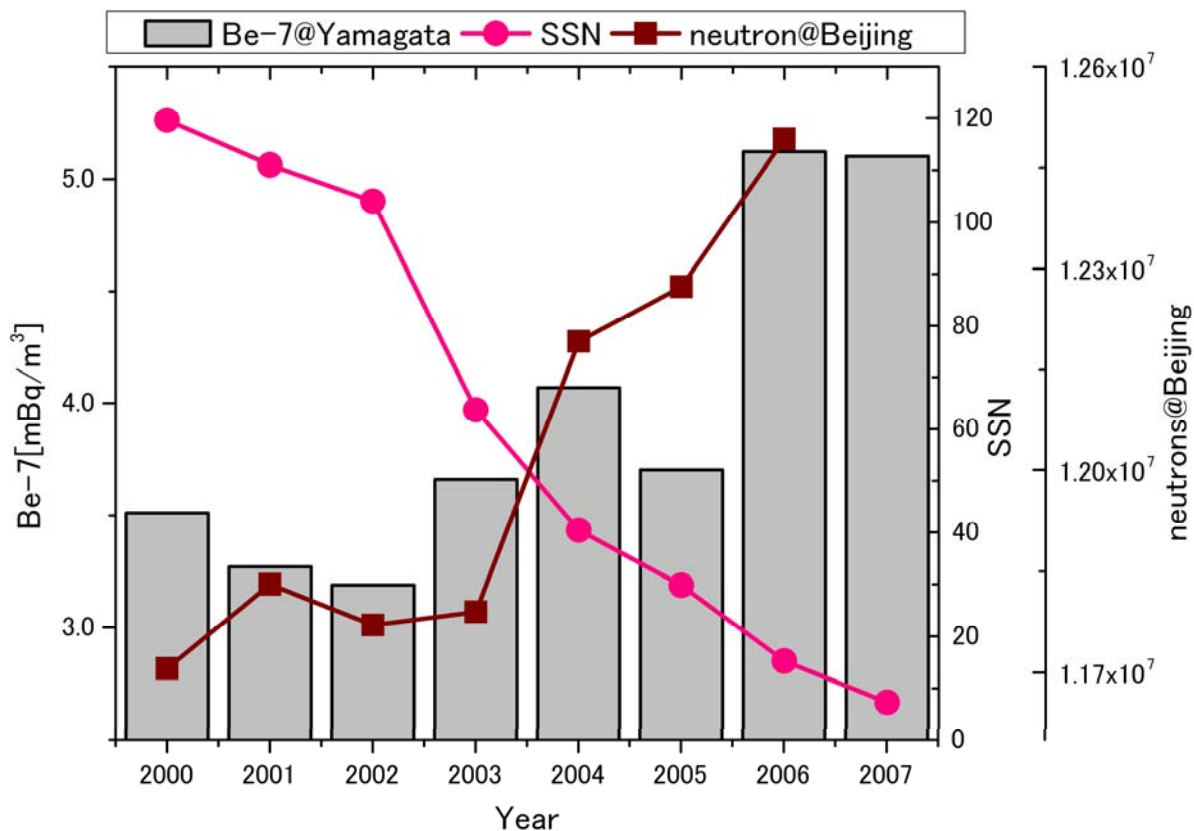
27days

c) Global



2006年は明らかに異なるパターン

# Yearly Variation of Be-7



## 変動率

変動率 = (Max-Min)/Max

Be-7: 37.6 %

SSN: -87.3%

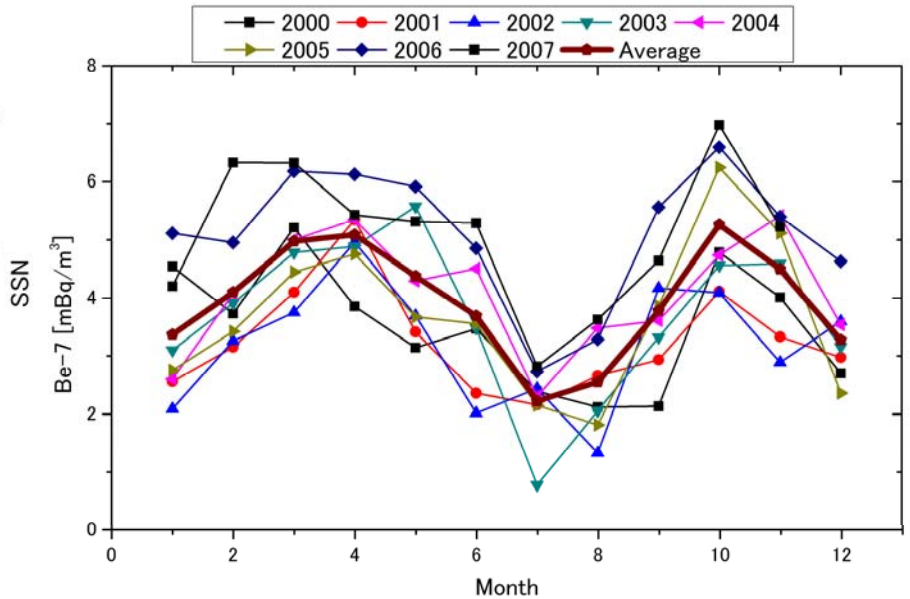
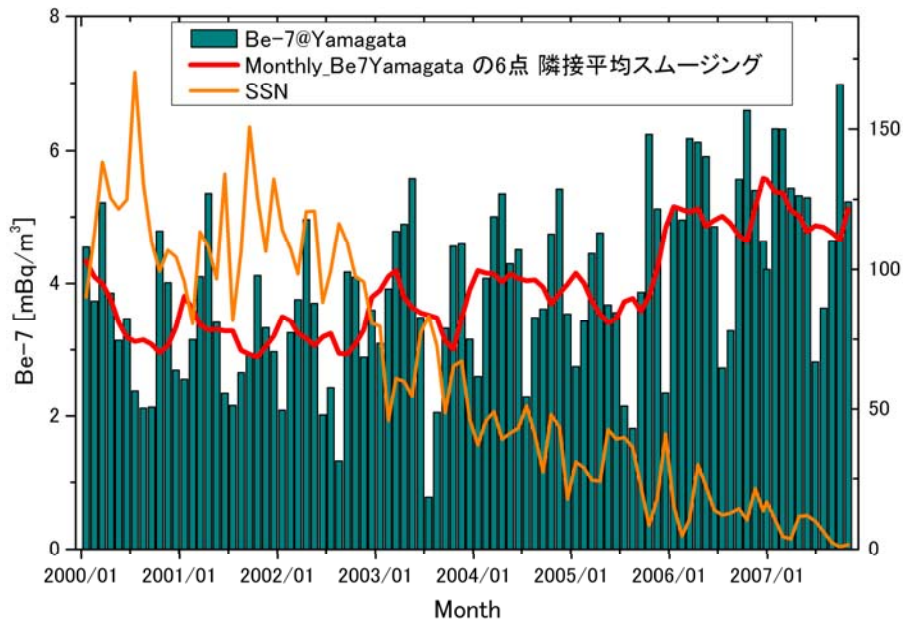
neutron: 6.3%

(Apatity(0.60GV) : 11.73%)

	Cut-off rigidity
山形	約10 GV
北京	9.56 GV

- ・宇宙線強度変動を反映
- ・高緯度からの寄与が必要
- ・production だけで説明?

# Seasonal Variation of Be-7



- ・春と秋にピークがあり、秋のピークは春よりシャープ
- ・夏と冬は少ない

# Relationship between the daily Be-7 concentration and the solar radiation

The concentrations have been continuously observed since Oct. 2005.

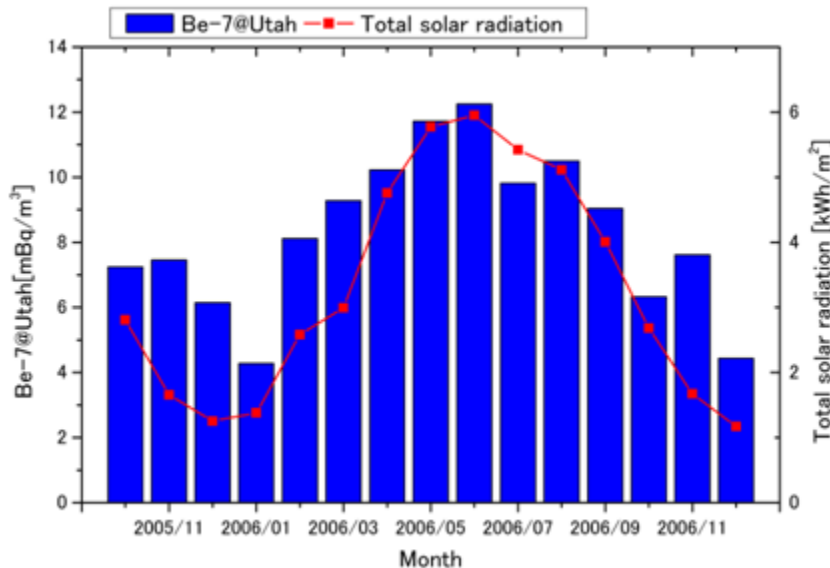
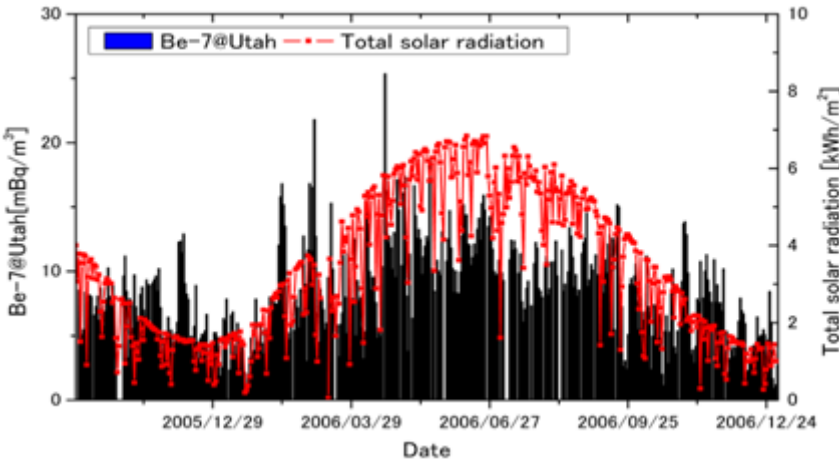
## Comparison of daily variation

**correlation coefficient :  
0.63**

## Comparison of monthly variation

**correlation coefficient :  
0.91**

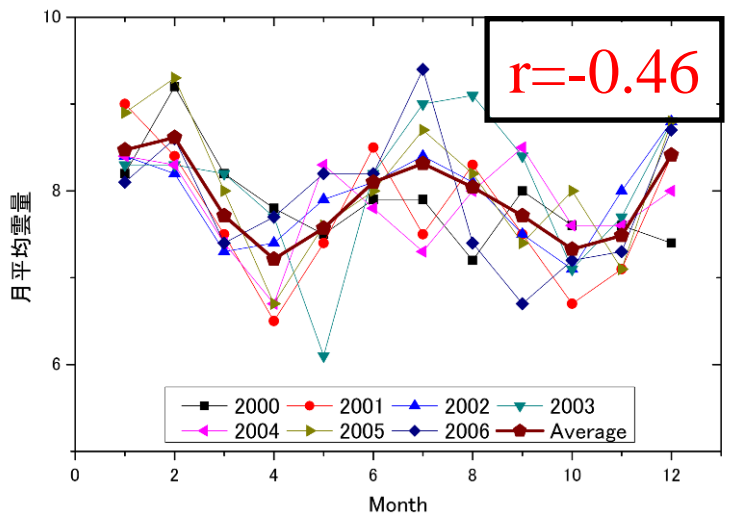
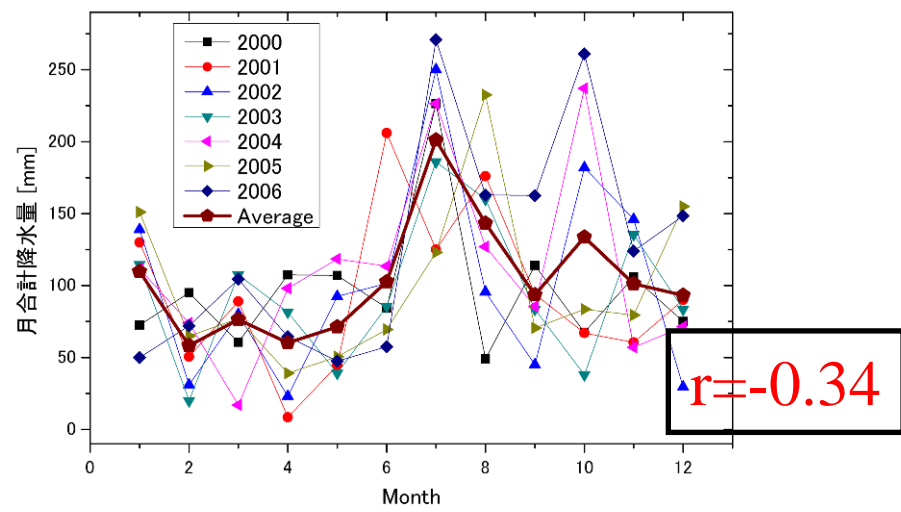
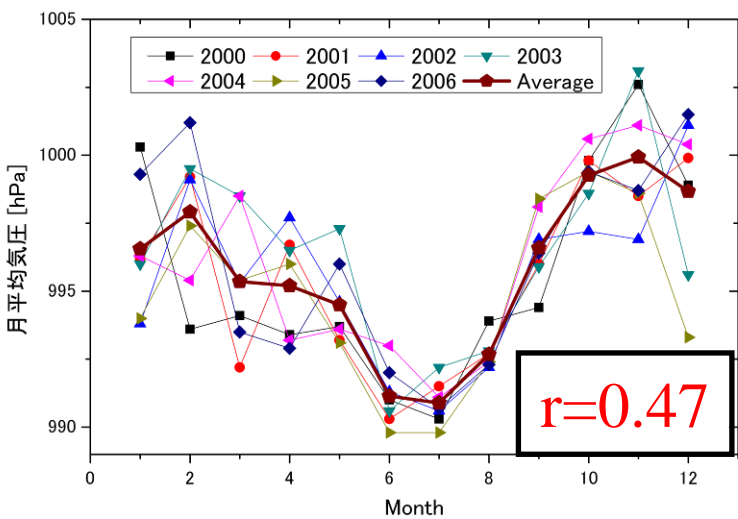
$$1.27 \left[ \frac{\text{Be-7}[\text{mBq}/\text{m}^3]}{\text{solar radiation}[\text{kWh}/\text{m}^2]} \right]$$





# 山形における気象要素の季節変動

Be-7濃度との相関係数から0.3以上の相関があるもの

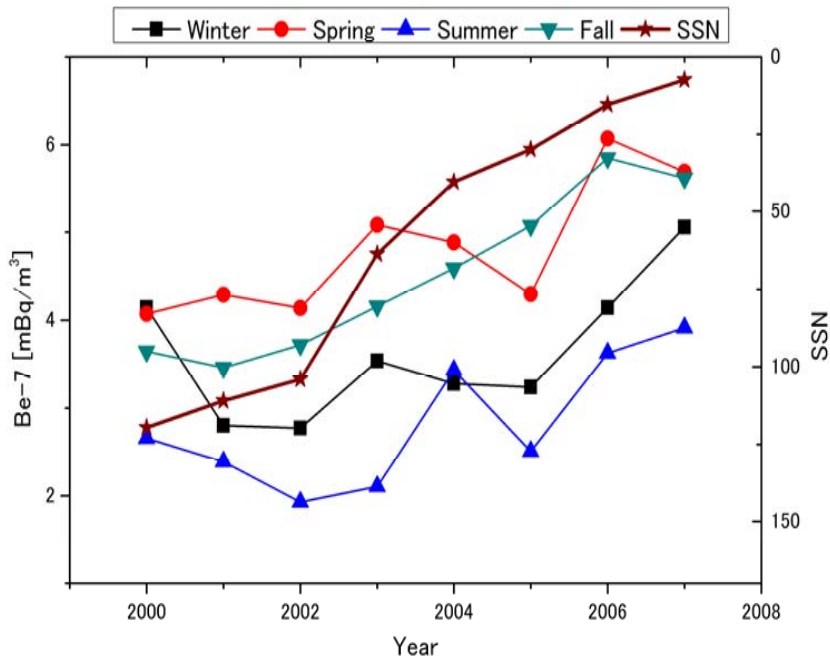


気圧：夏の低気圧がBe-7の降下を妨害

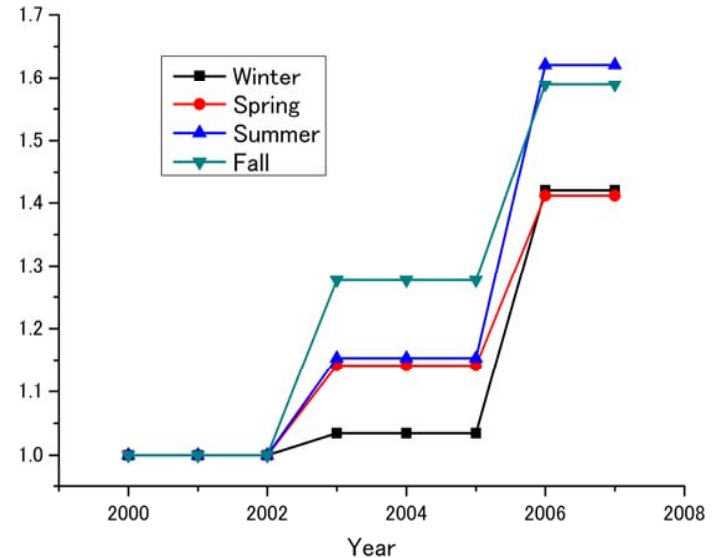
降水量：夏の多雨がBe-7を洗い落とす

曇量：雲によるエアロゾル降下の妨害あるいは日射をさえぎることで対流の妨害

# Yearly Profiles of Seasonal Be-7s



・秋の変化が最もスムーズ



- ・production?
- ・air-mass motion?

# Seasonal Variations Na-22, Cs-137, Pb-210

166

R. Jasiulionis, H. Wershofen | J. Environ. Radioactivity 79 (2005) 157-169

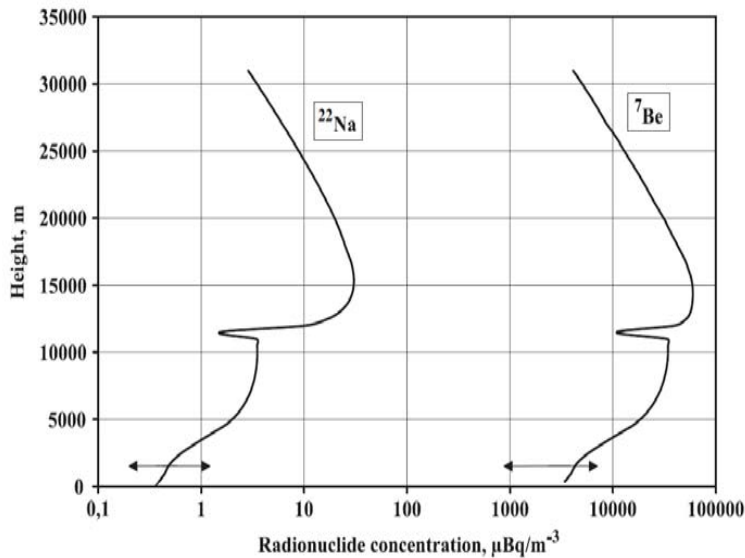
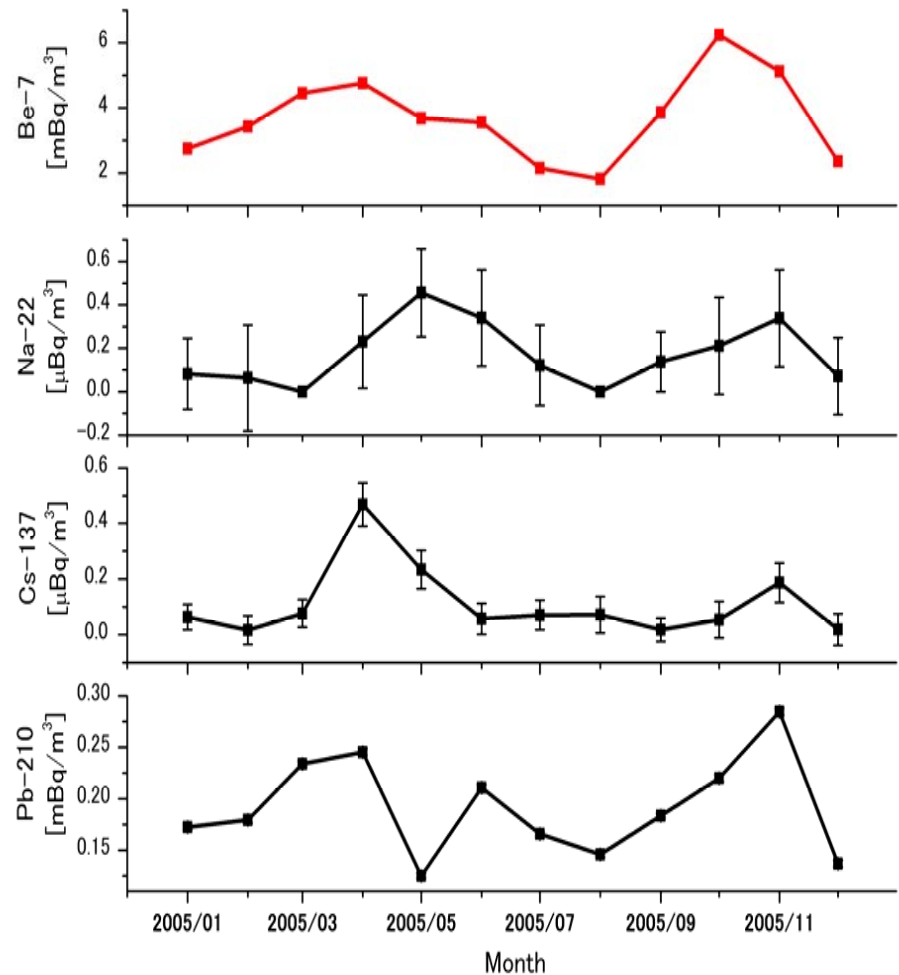


Fig. 6. Distribution of the mean activity concentrations of  $^7\text{Be}$  and  $^{22}\text{Na}$  and the range of the concentration variation in the ground-level layer (indicated by  $\leftrightarrow$ ).

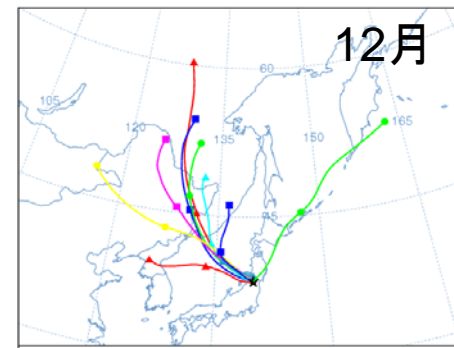
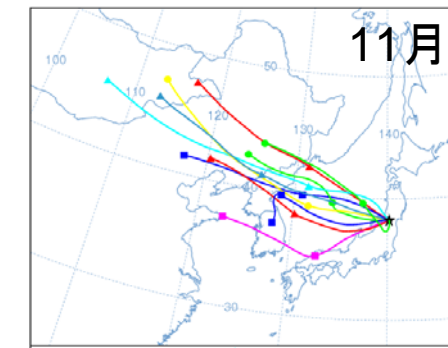
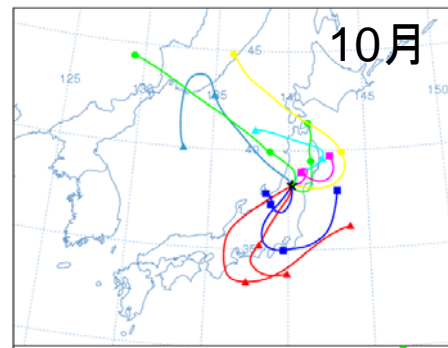
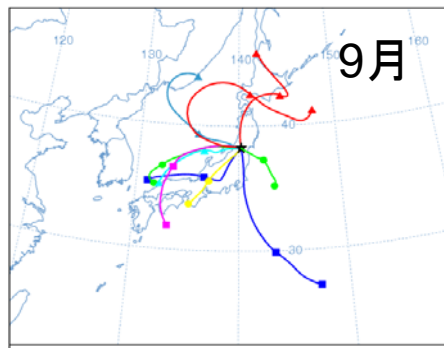
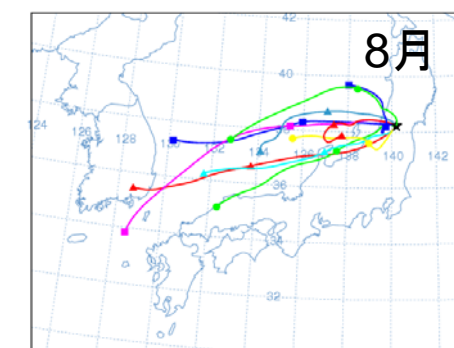
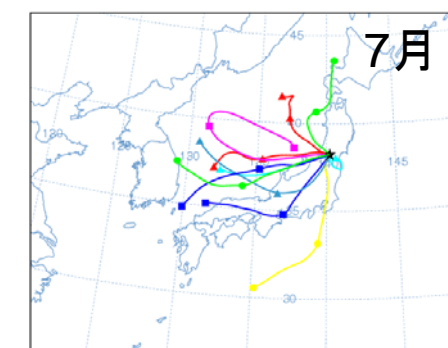
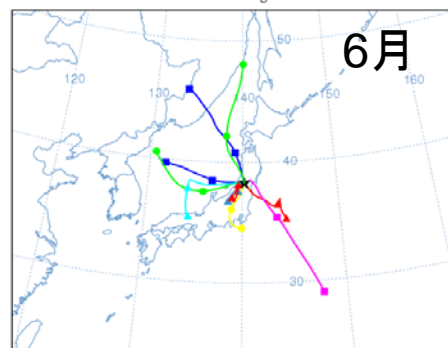
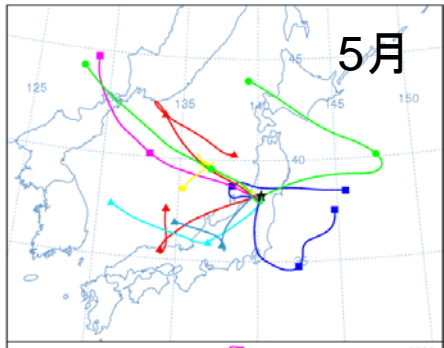
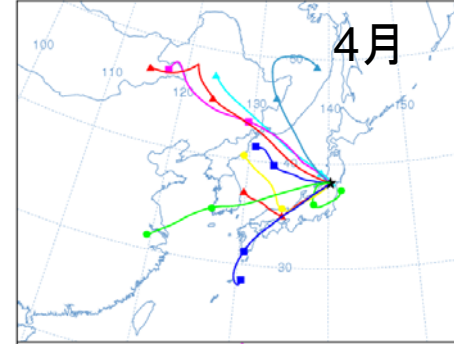
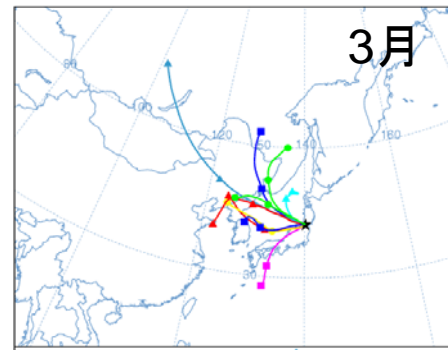
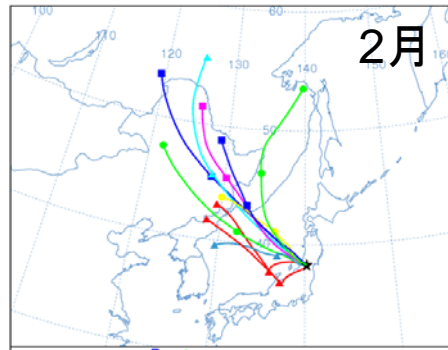
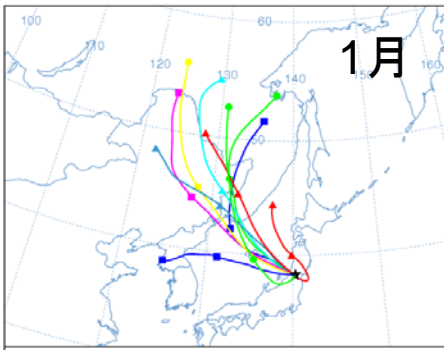
Threshold energy

Be-7: 20 MeV (53 days)

Na-22: 300 MeV (2.6 yrs)

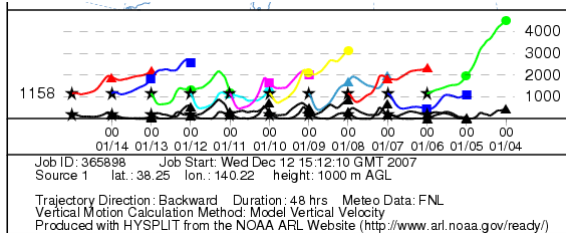


# Backward Trajectory 2005

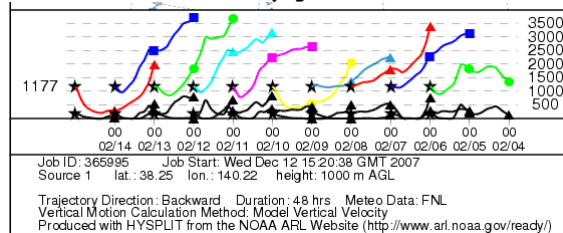


# Backward Trajectory 2005

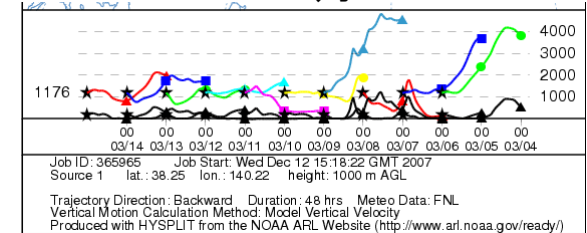
1月



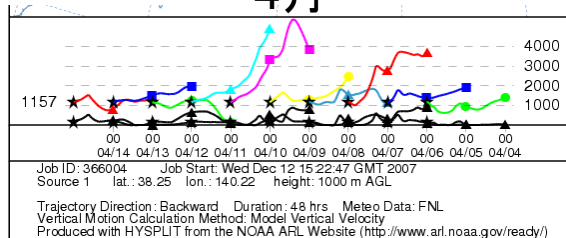
2月



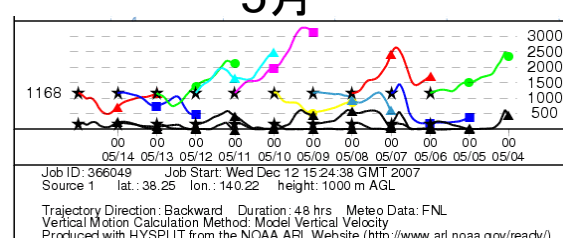
3月



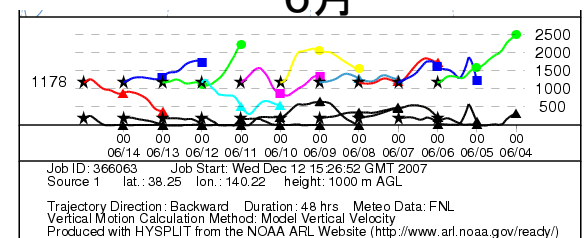
4月



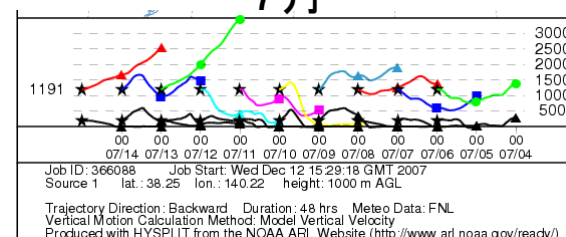
5月



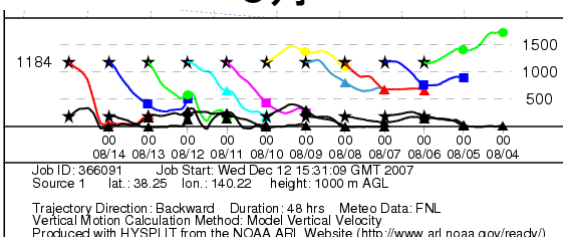
6月



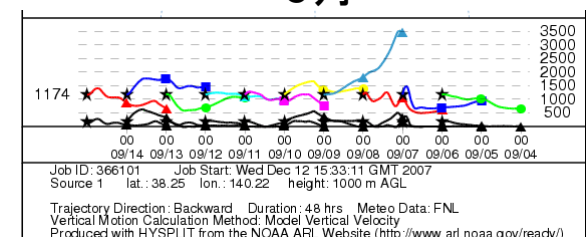
7月



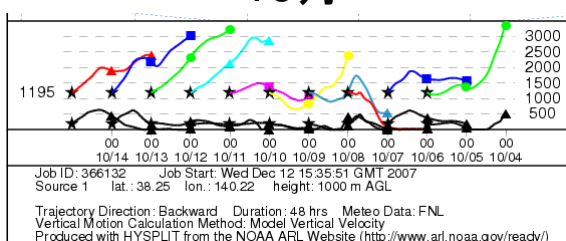
8月



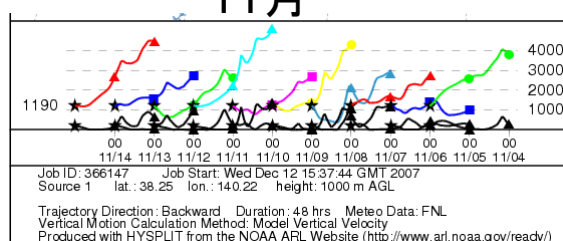
9月



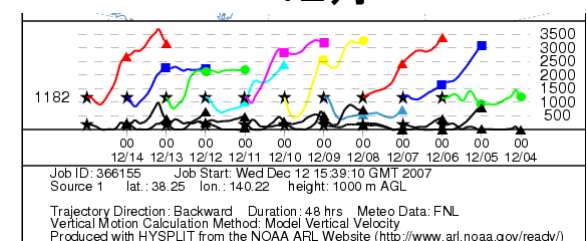
10月



11月



12月



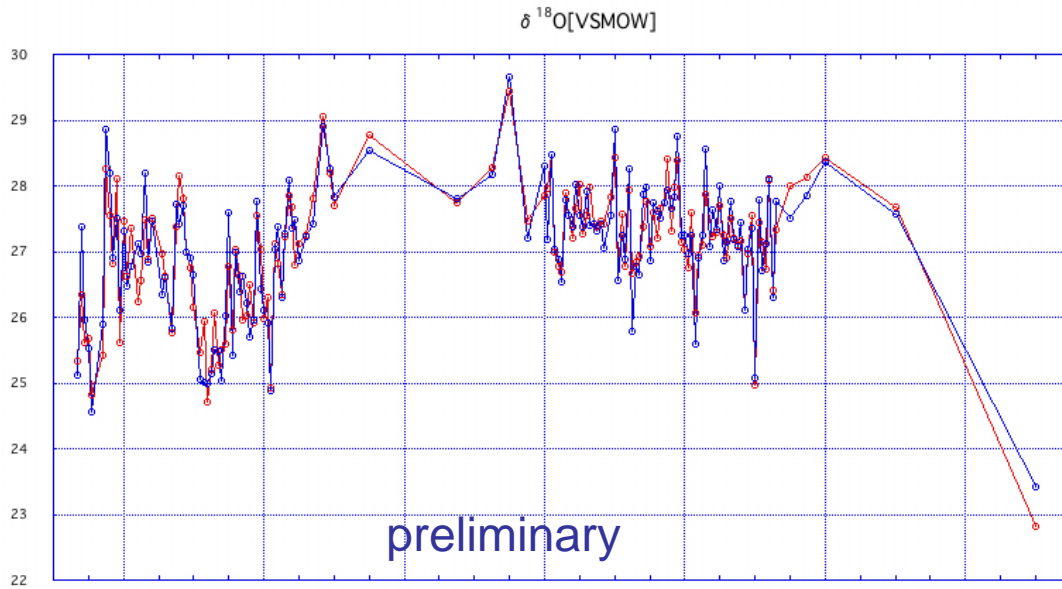
# 流跡線の季節変化

- 流跡線の方角の季節変化  
冬はシベリアから、春は中国大陸から、  
夏は日本領域、秋は中国大陸から
- 流跡線の高度の季節変化  
夏が低高度

大気中宇宙線生成核種の季節変動は、定性としては  
大気流跡線の季節変化による。



# 古木年輪中の安定同位体と放射性同位体

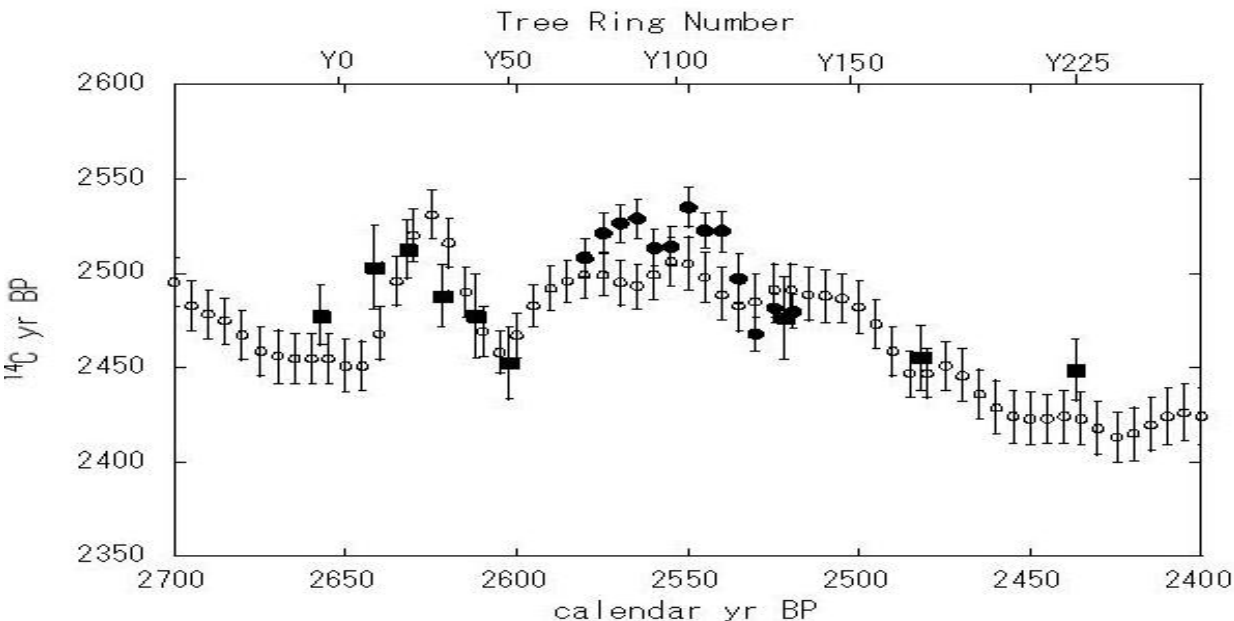


$\delta O-18$ : 葉の蒸散作用  
相対湿度が低いと  
高くなる。

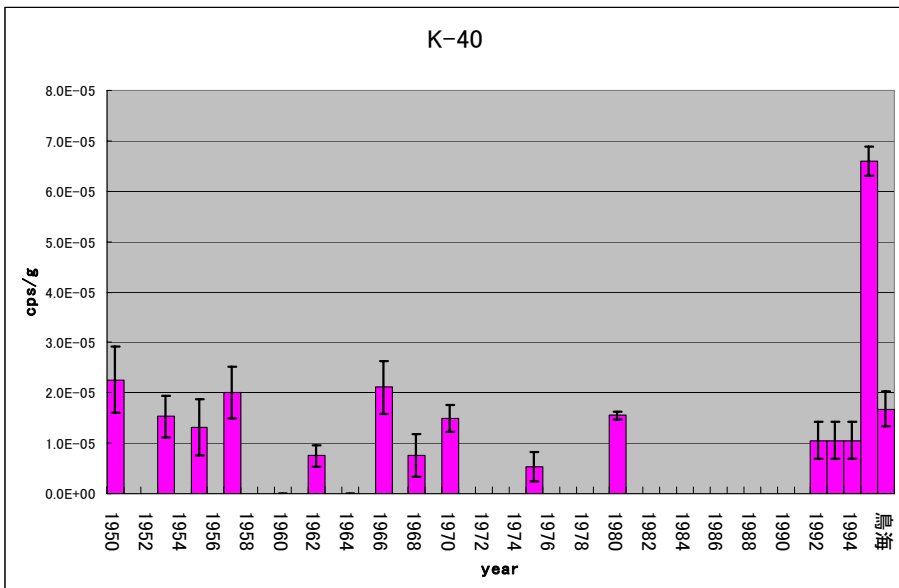
K-40: 地下からの水分補給?



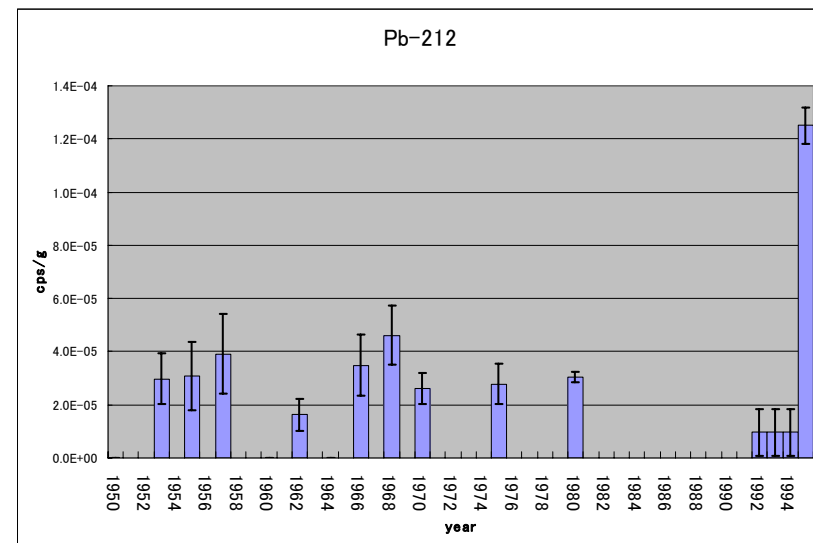
気候推定への利用



# 年輪中の放射性同位体



現代の年輪との比較





- 30th International Cosmic Ray Conference (Merida, Yucatan, Mexico) 2007.7
  - The yearly and seasonal variations from 7-year data set of daily cosmogenic nuclide Be-7 concentrations in the atmosphere, S. Kikuchi, H. Sakurai, S. Gunji, F. Tokanai, N. Sato, A. Kadokura
  - Size distribution of aerosols attached by cosmogenic nuclide Be-7 in the atmosphere at the TA telescope station, S. Kikuchi, H. Sakurai, S. Gunji, F. Tokanai, F. Yanagisawa, S. Udo
  - Variation of  $^{14}\text{C}$  concentrations of single-yr tree rings at the rapid change in 2600-yrBP, Y. Takahashi, H. Sakurai, K. Suzuki, S. Gunji, F. Tokanai

# まとめ

- 太陽活動期から静穏期にあたる2000年から8年間にわたるBe-7濃度測定結果を示した。
- 年変動は宇宙線強度変動を反映しており、高緯度からの寄与が必要。
- 微弱放射能Na-22, Cs-137の季節変動が得られた。
- 古木年輪の  $\delta$  O-18, K-40測定により気候環境の推定ができる可能性がある。