

Be-7などによる宇宙線強度時間変化の検出

山形大理: 櫻井敬久、門叶冬樹、乾恵美子、武山美麗、川村容明、森谷透、鈴木颯一郎
東京海洋大 大橋 英雄
名古屋大宇地環研: 三宅芙沙
極地研: 門倉昭、佐藤夏雄、B. Gunnlaugur (アイスランド大)
マヒドー大(タイ): D. Ruffolo, W. Mitthumsiri'
宇宙線研(乗鞍観測所): 滝田正人

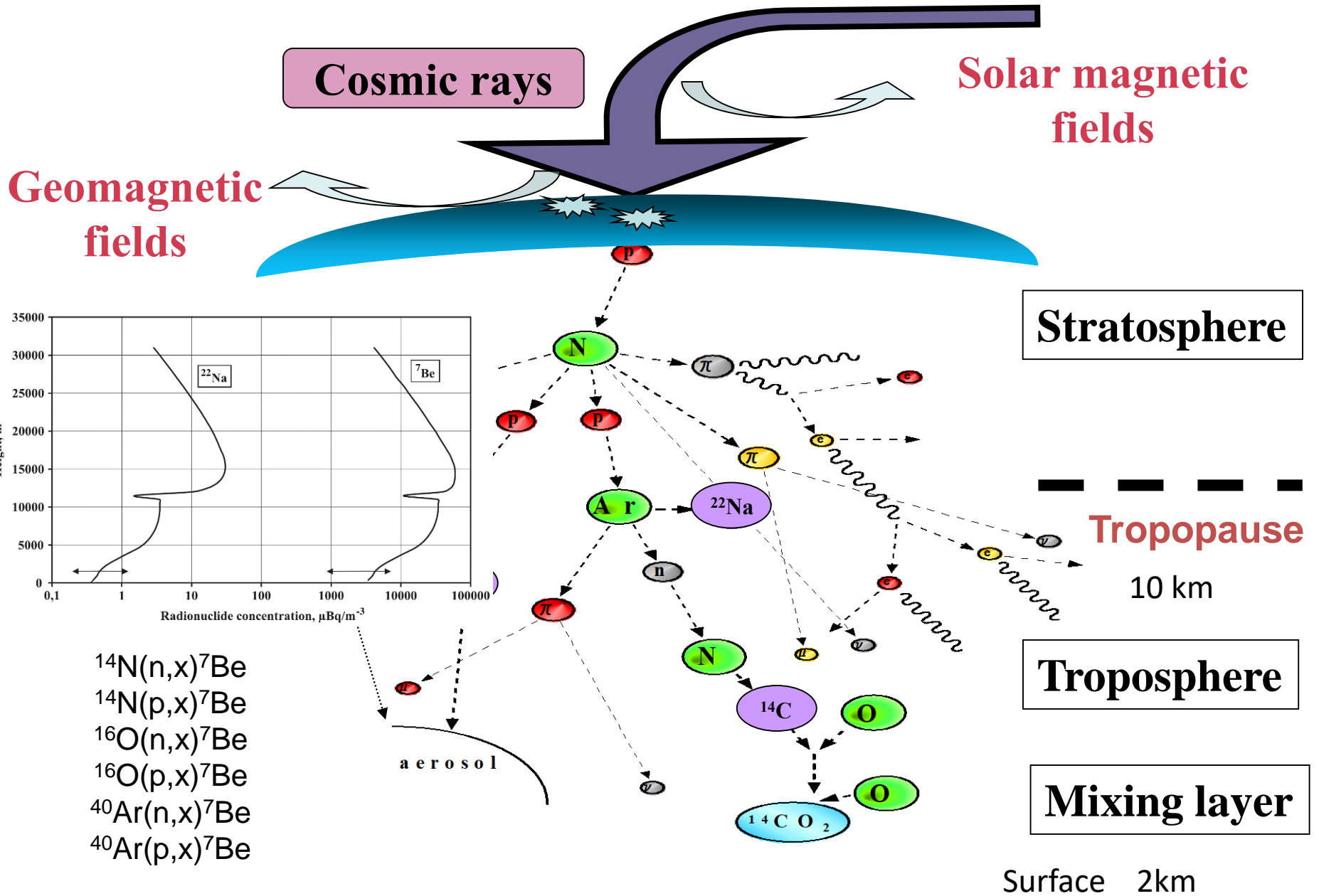
研究代表者:山形大学理学部 門叶冬樹

- Be-7などによる宇宙線強度時間変化の検出
(R3査定額 研究費:300千円、旅費:200千円)
使用内訳:サンプリングろ紙等
柏地下微弱放射能設備による試料測定のための旅費
- 放射性セシウムの地域的時間推移と粒径分布
(R3査定額 研究費:30千円、旅費:70千円)
使用内訳:柏地下微弱放射能設備による試料測定のための旅費
- 乗鞍高度における宇宙線生成核種濃度の観測
(R3査定額 旅費:95千円)
使用内訳:乗鞍観測所でのサンプリングのための旅費

outline

- 2000年から22年間の大気中宇宙線生成核種 Be-7濃度変化と季節変動
- 福島原発事故後の大気中Cs-137濃度の挙動変化

Cosmogenic nuclide in the atmosphere



Daily Sampling and Measurement of Be-7 in the atmosphere from 2000

アイスランド(高緯度) 2003年、バンコク(低緯度) 2014年より

Sampling site

Altitude: 153 m
Latitude: 38.25
Longitude: 140.3



Collected filter

• Glass fiber filter

collection efficiency : 99.99%
(ϕ 0.3 μ m particle)

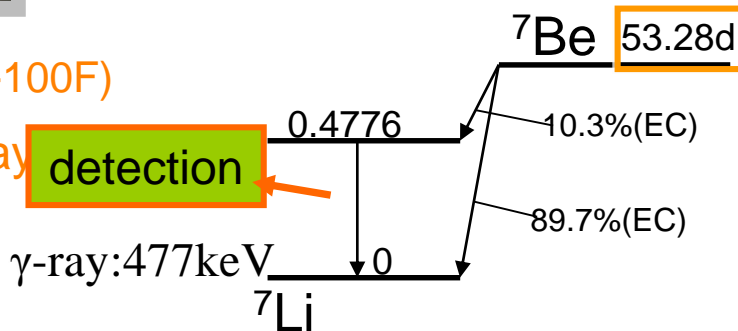
Measurement time: 6 hours

detection efficiency	2.68%
resolution @1.33MeV	1.69keV

High Volume Air Sampler (HV-100F)

Sampling time: 23 hours/day

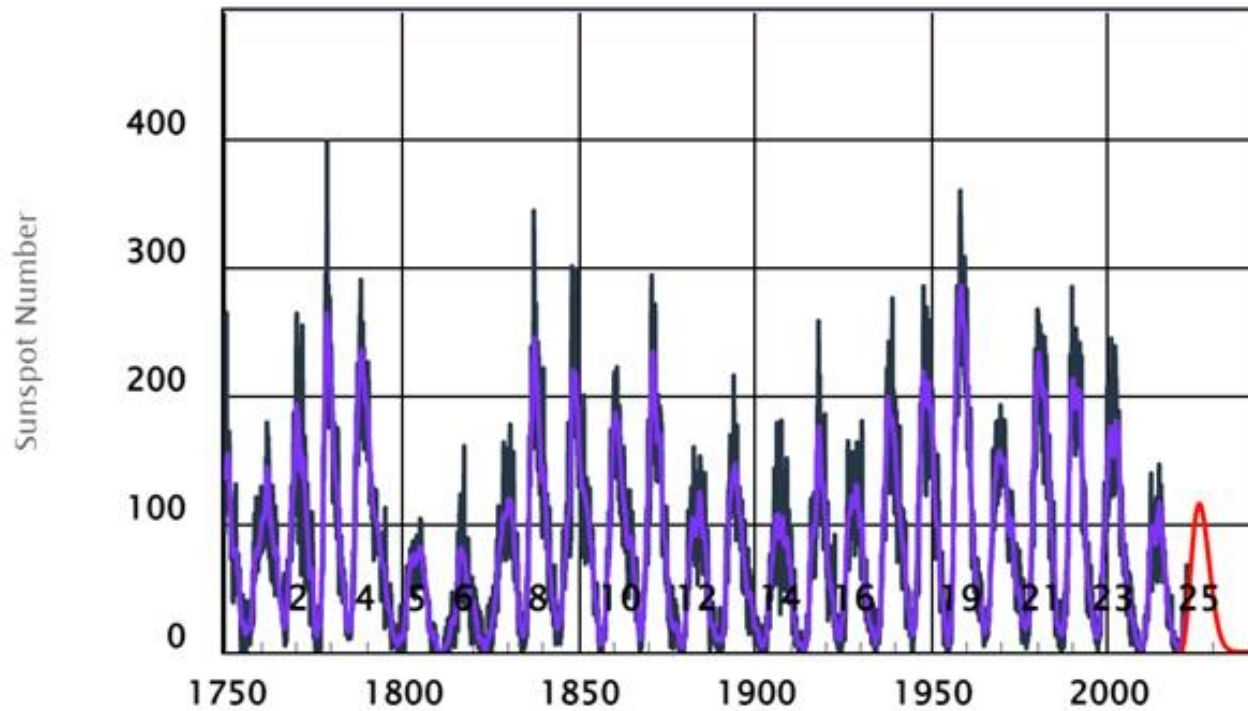
Intake rate: 1000 L/min.



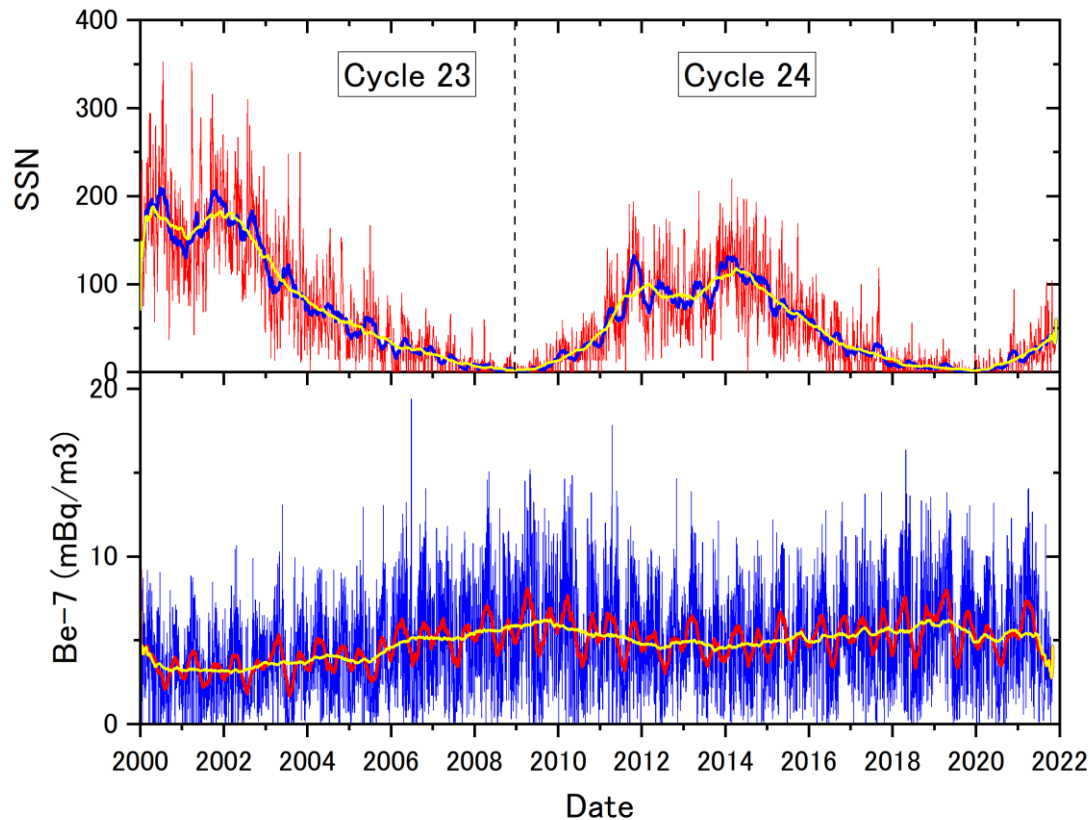
柏地下微弱放射能測定設備

HPGe detector

1750年以降の太陽黒点数の変動と予測 (NOAA/NWS space weather prediction center)



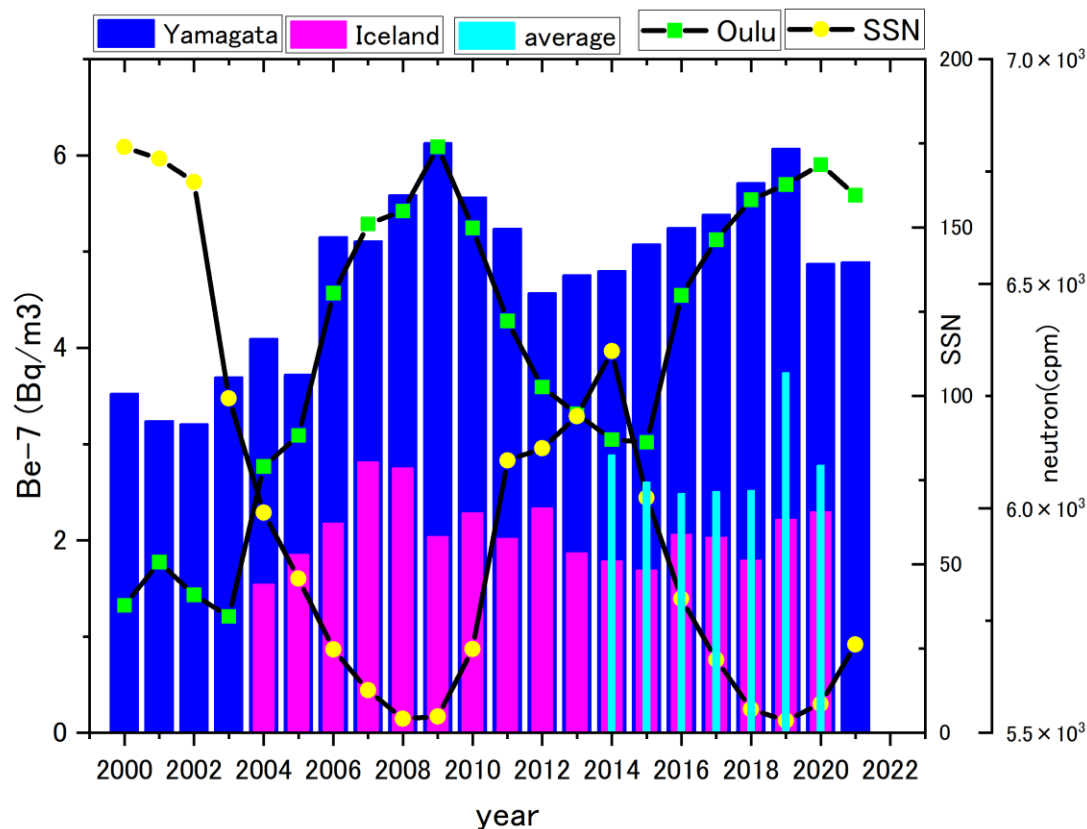
Daily profile of Be-7 concentrations at Yamagata during 22 years from 2000



<http://www.sidc.be/silso>

Be-7 concentrations in the surface air express the solar modulation related to a 11-yr solar cycle including a kind of seasonal variation.

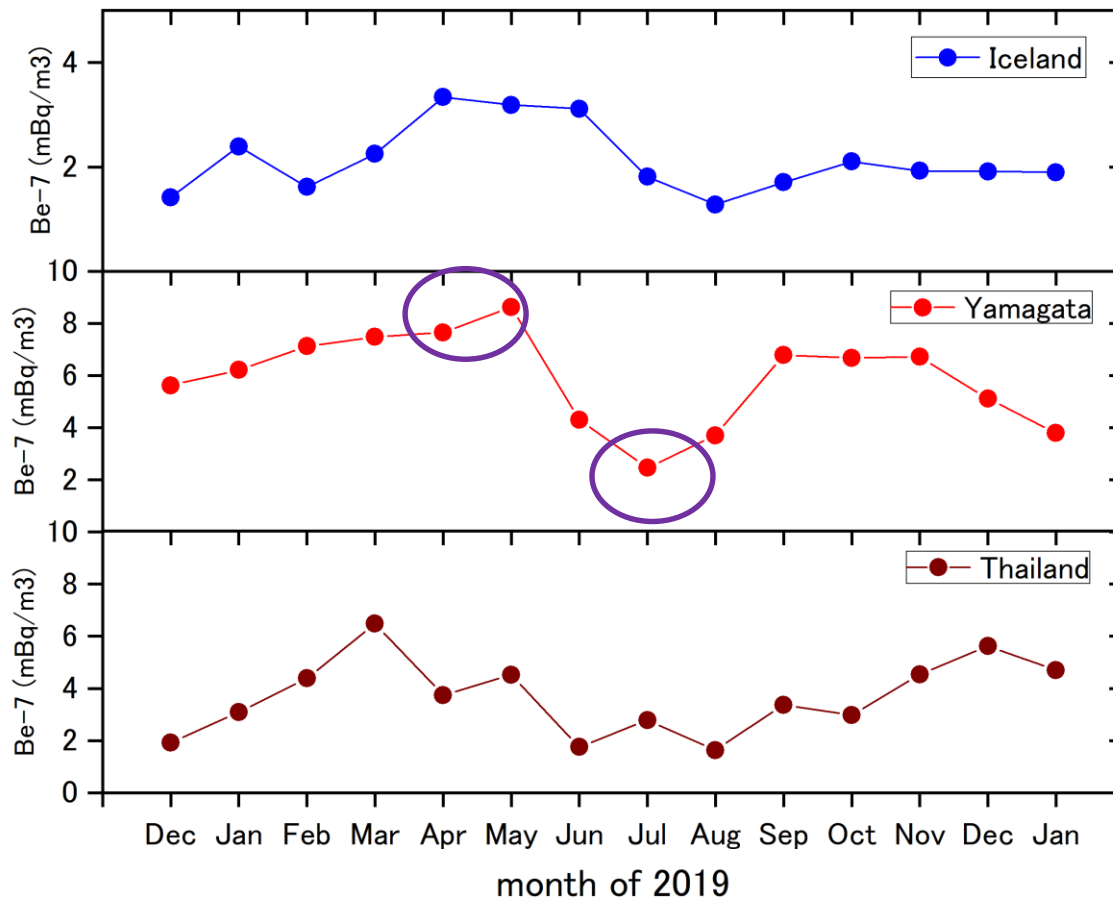
Yearly profile of Be-7 concentrations from 2000 to 2021



The variabilities of Be-7 are **35.2% and 14.4%** for the cycle 23 and 24, respectively, while those of Oulu_NM are **8.5% and 4.8%**, implying a contribution of lower energy cosmic rays for the production of Be-7.

The variability of Be-7 is approximately **four times larger** than that of cosmic ray neutrons.

Seasonal profiles of Be-7 concentrations in 2019



At Yamagata the Be-7 concentrations in spring and fall are higher, while the one in summer is lower.

Factors of seasonal variations

- modulation parameter of CR
- trajectories of air-mass
- latitude variability of production rate
- altitudes of tropopause

3-box model

from production to concentration

P: production rates

K: residence time

λ : Be-7 half life 53days

atoms/g/s

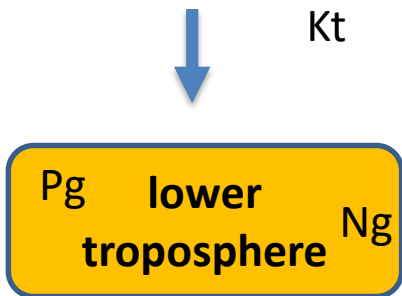


$$\frac{dN_S}{dt} = P_S - K_S N_S - \lambda N_S$$

tropopause



$$\frac{dN_T}{dt} = P_T - K_T N_T - \lambda N_T + K_S N_S$$

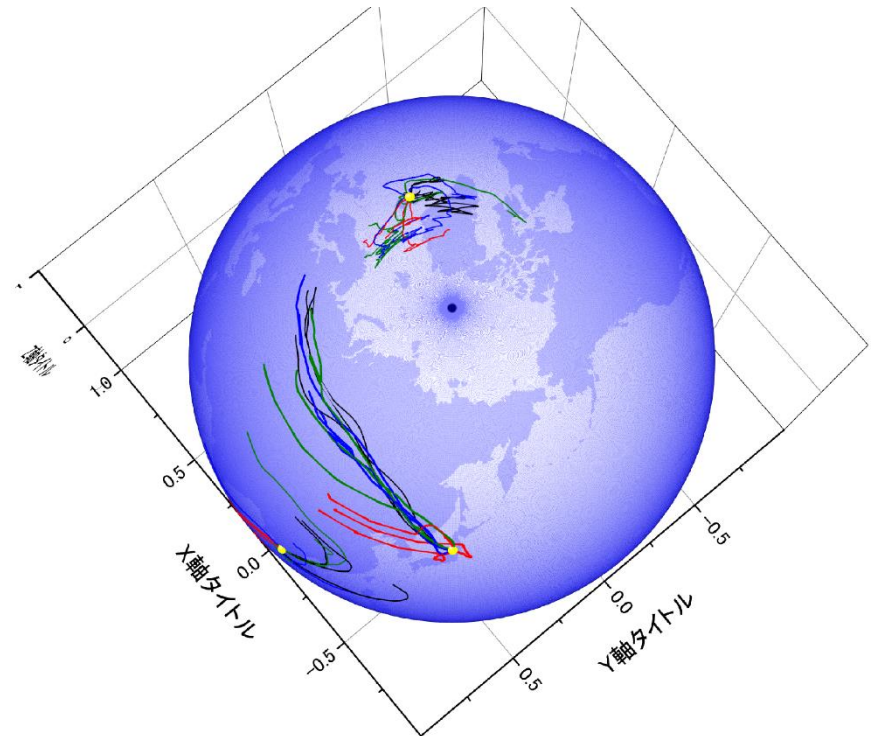
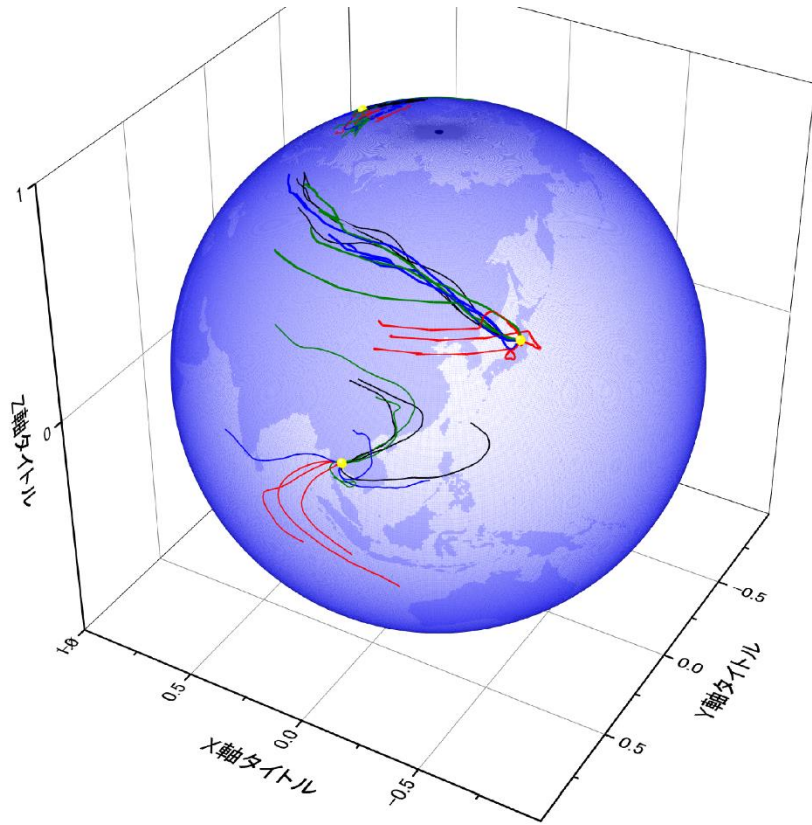


$$\frac{dN_g}{dt} = P_g - K_g N_g - \lambda N_g + K_T N_T$$

ground

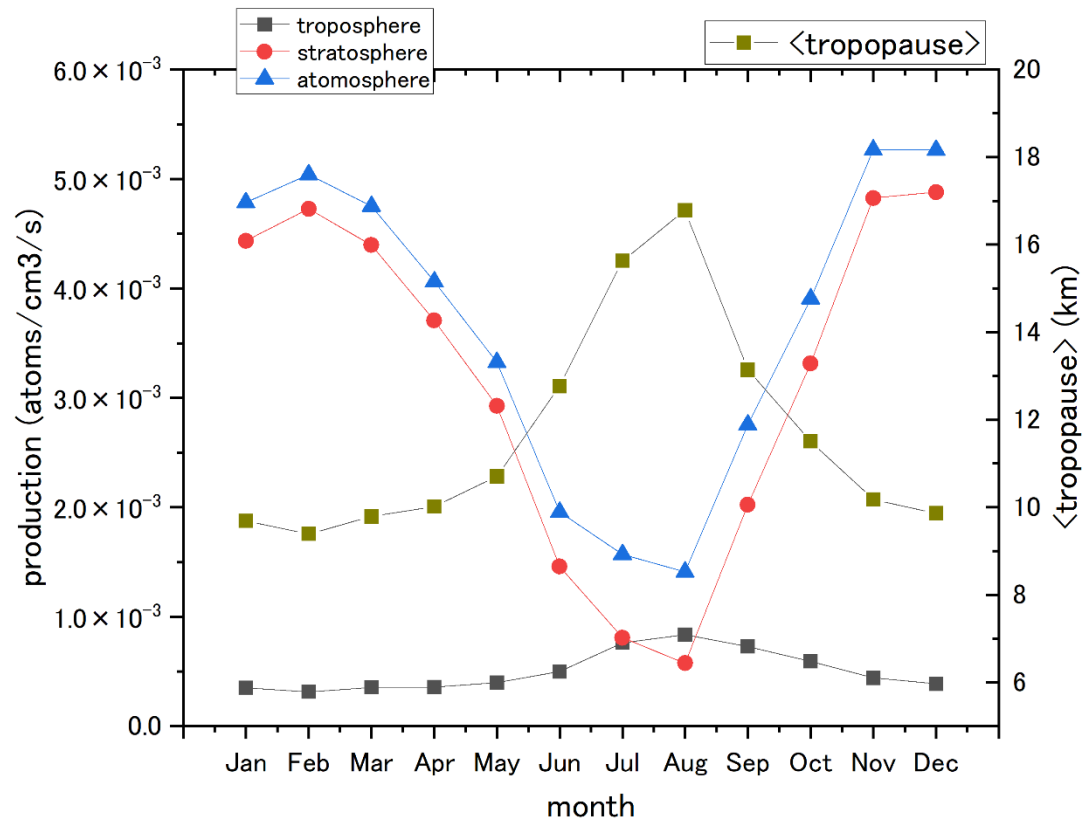
mBq/m³

Monthly back-trajectories of air-mass by NOAA HYSPLIT model



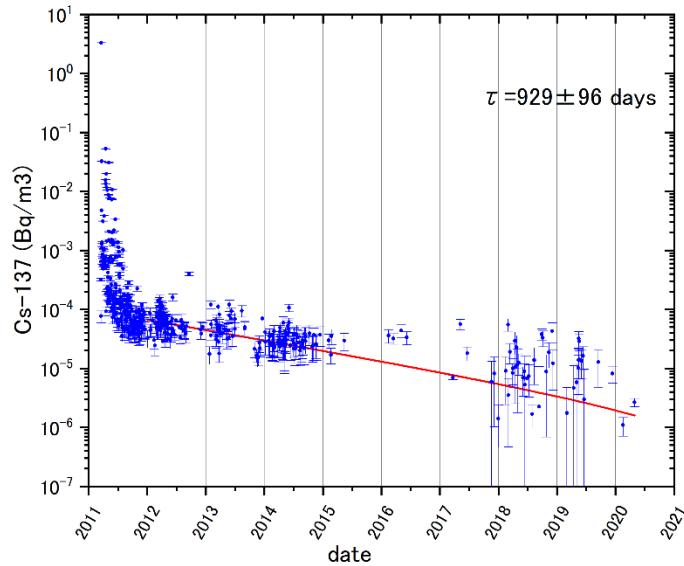
At Yamagata, the trajectories in spring (blue) and fall (green) pass through on the higher latitudes, while those in summer (red) on lower latitudes.

Be-7 productions along the trajectories simulated by EXPACS

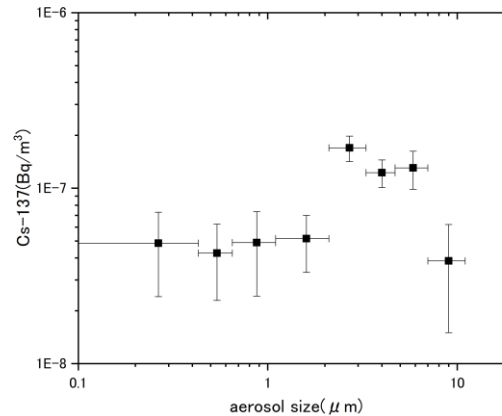
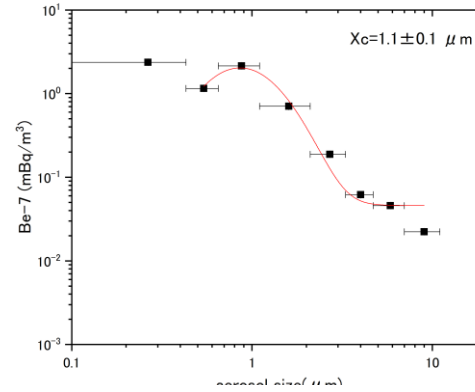


The monthly production profile of the stratospheric component shows similar variation of the observed Be-7 concentrations at Yamagata.

放射性セシウムの地域的時間推移と粒径分布



山形大学屋上で採取した大気浮遊塵中の10年間のCs-137濃度推移



アンダーセンサンプラーで採取した大気浮遊塵中のCs-137濃度の粒径分布

山形市周辺の森林などに沈着したCs-137が舞い上がり時間推移により細粒化した可能性を示唆している。

福島第一原発事故後に東日本の陸地に沈着した放射性セシウム2.48 PBqのうち1.79 PBq(72.1%)のCs-137が森林に沈着したと推定された(恩田、加藤RADIOISOTOPES, 69, 67-77(2020))。

まとめ

- 2000年から22年間の大気中宇宙線生成核種 Be-7濃度変化が観測された。
- Be-7濃度の季節変動の解析から成層圏成分が重要であることが示唆している。
- 10年間の福島原発事故後の大気中Cs-137濃度変化が観測された。Cs-137の粒径分布は地域的な再飛散を示唆している。