

# 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、浅野紘輝、高橋寛太、乾恵美子、武山美麗、  
森谷透、鈴木颯一郎、川村容明

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)  
マヒドール大(タイ)：D. Ruffolo, W. Mitthumsiri

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  
(R5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  
(R5査定額 旅費：100千円)

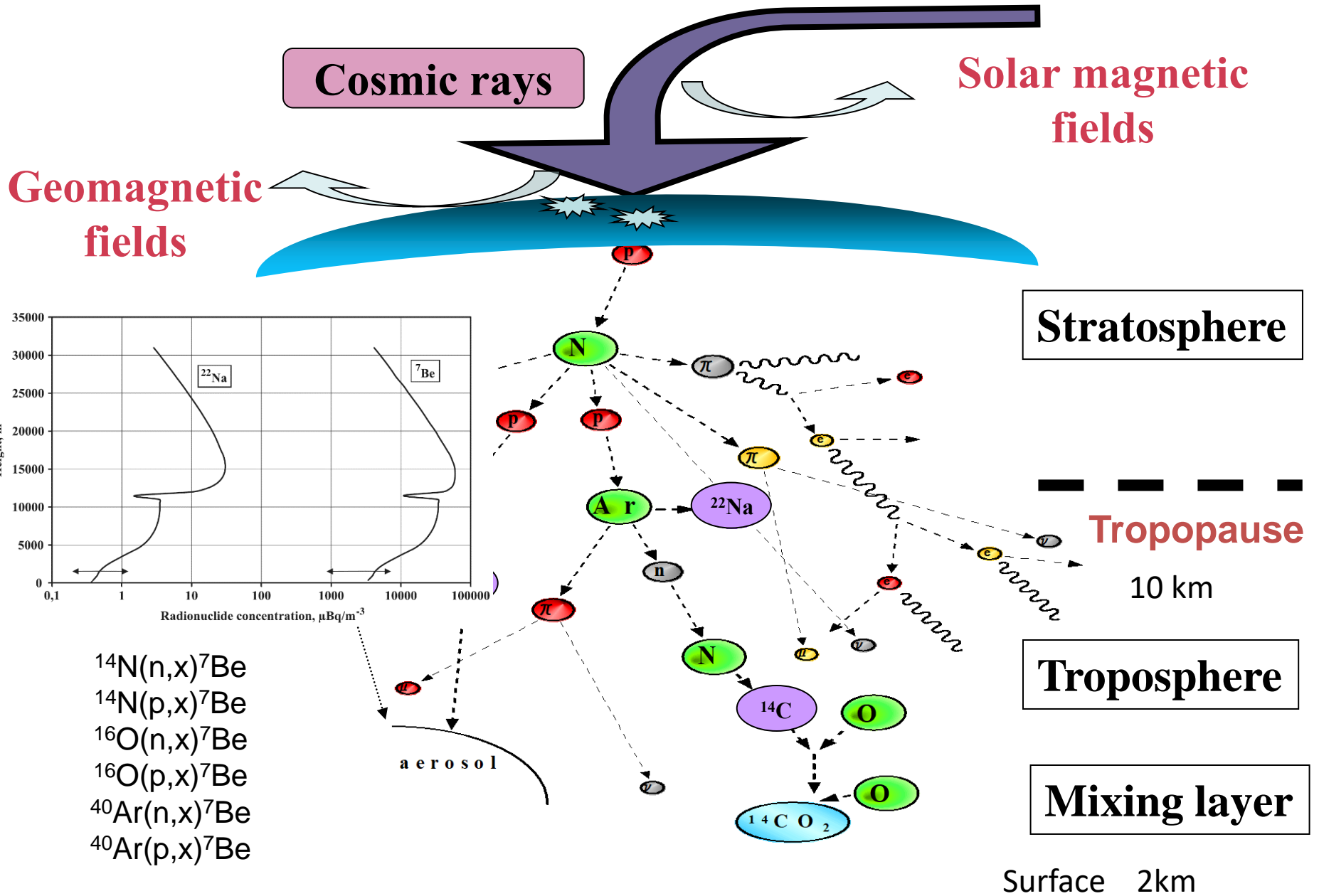
使用内訳：柏地下微弱放射能設備による試料測定のための旅費



# *outline*

- 2000年から24年間の大気中宇宙線生成核種 Be-7濃度変化(第24と第25太陽活動期の比較)
- 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



# 高緯度、中緯度、低緯度で試料収集

	Lati.	Long.	Alti.	begining
Yamagata	38.25	140.3	153m	<b>2000/Jan.</b>
Iceland	64.47	-21.2	120m	<b>2003/Sept.</b>
<b>Bangkok</b>	13.1	100.5	<b>0m</b>	<b>2014/Feb.</b>



Yamagata



Iceland



Bangkok



# 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%  
( $\phi$  0.3  $\mu$ m particle)

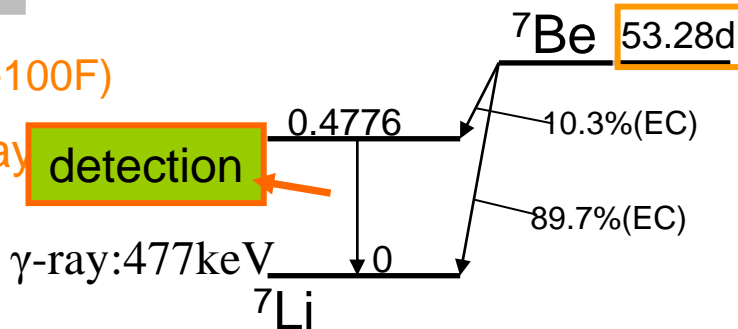
Measurement time : 6 hours

detection efficiency	2.68%
resolution @1.33MeV	1.69keV

High Volume Air Sampler (HV-100F)

Sampling time: 23 hours/day

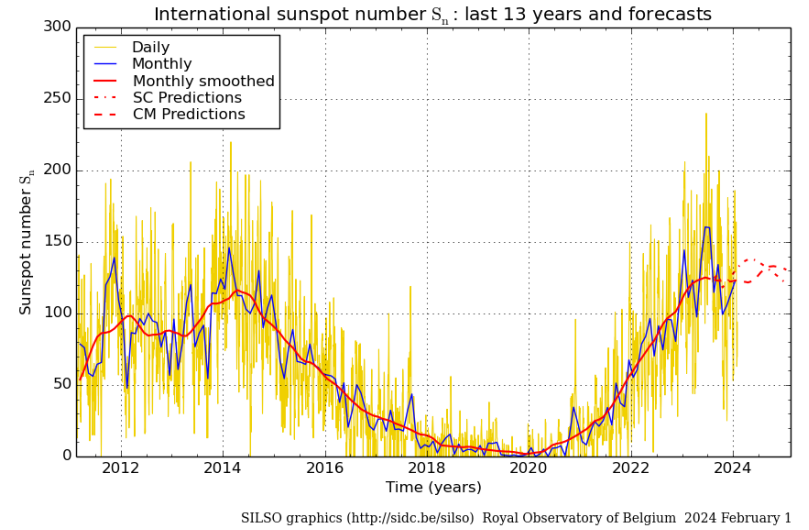
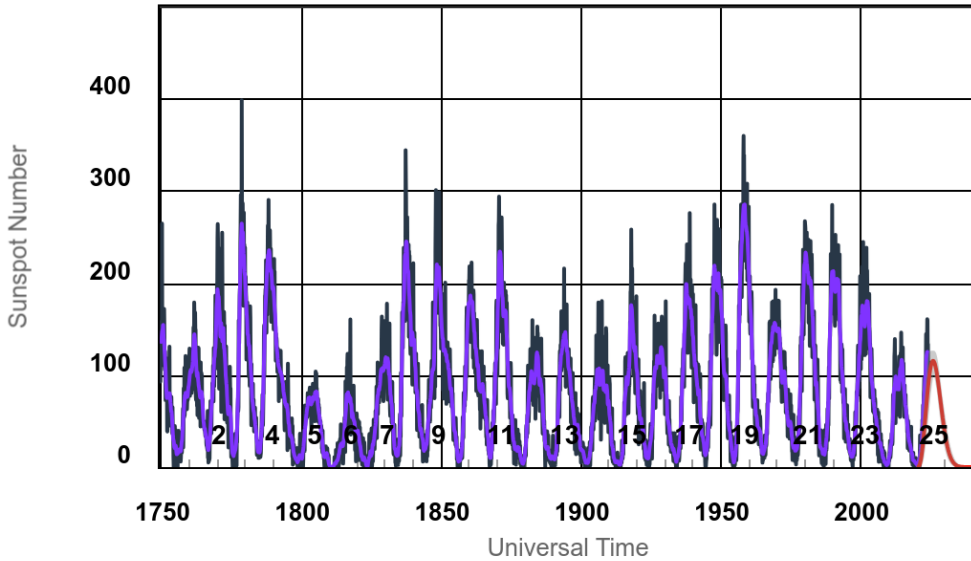
Intake rate: 1000 L/min.



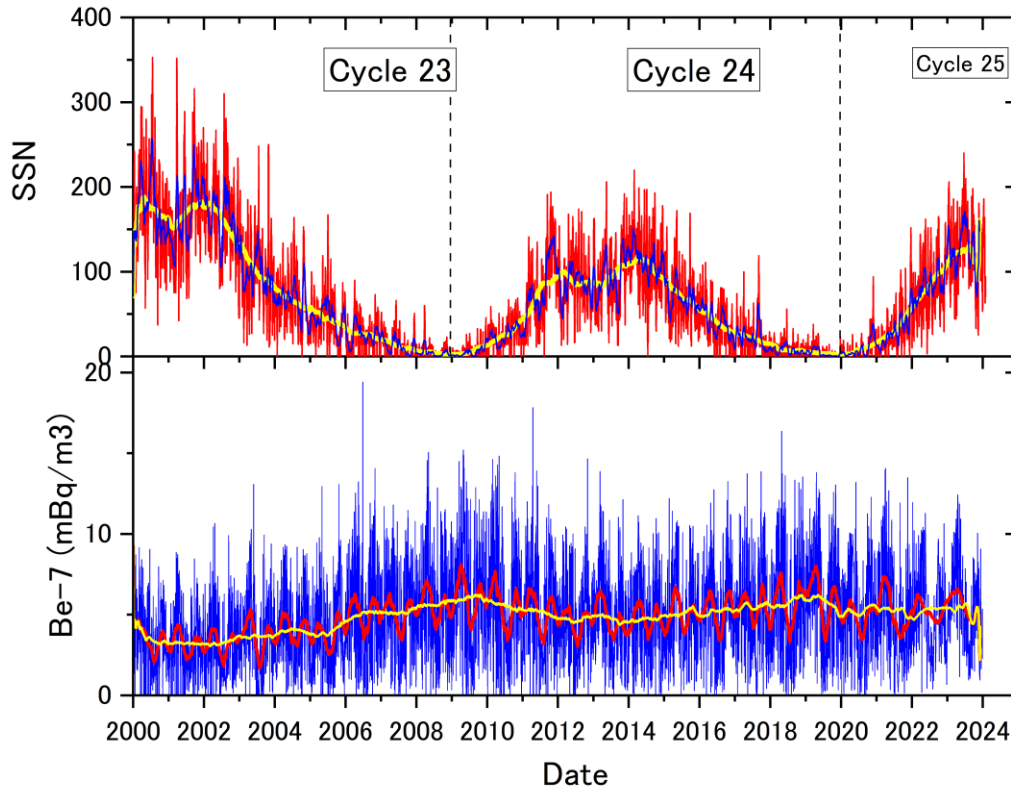
柏地下微弱放射能測定設備

HPGe detector

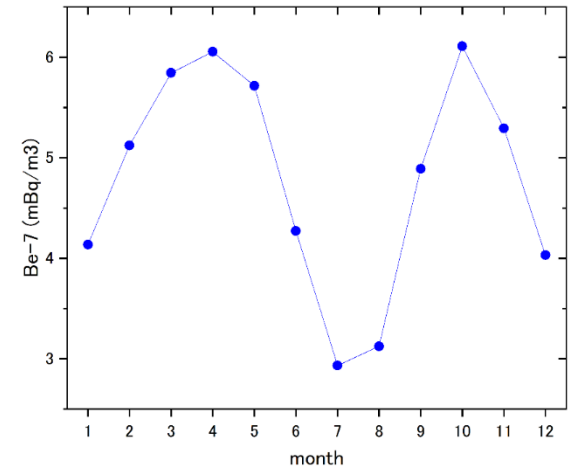
# 1750年以降の太陽黒点数の変動と予測 (NOAA/NWS space weather prediction center)



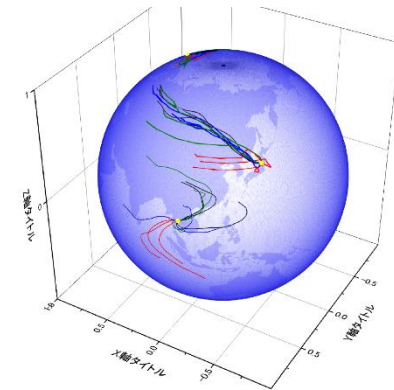
# 山形におけるBe-7濃度の日変動



激しい日変動は、季節変動および年変動に重畳している。

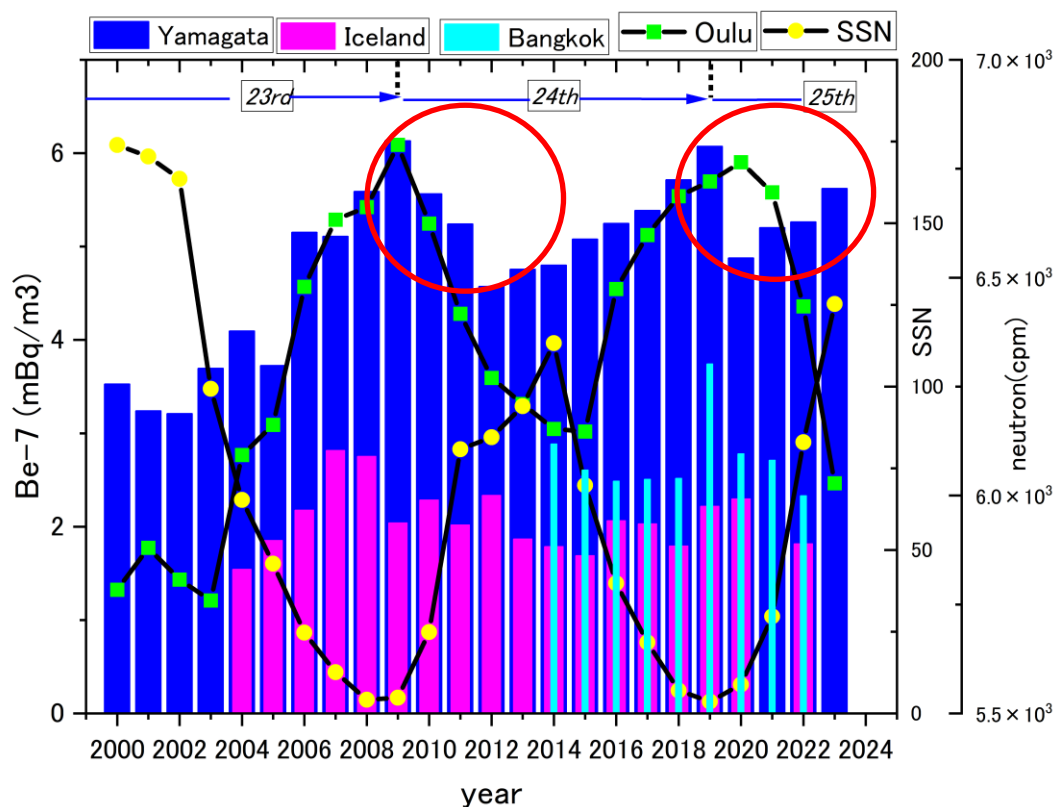


春と秋の二山構造をもつ明瞭な季節変動(2000年から22年間の月平均)





# Be-7濃度の年変動

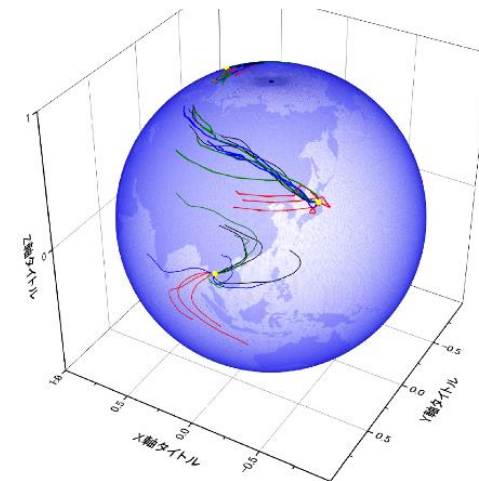
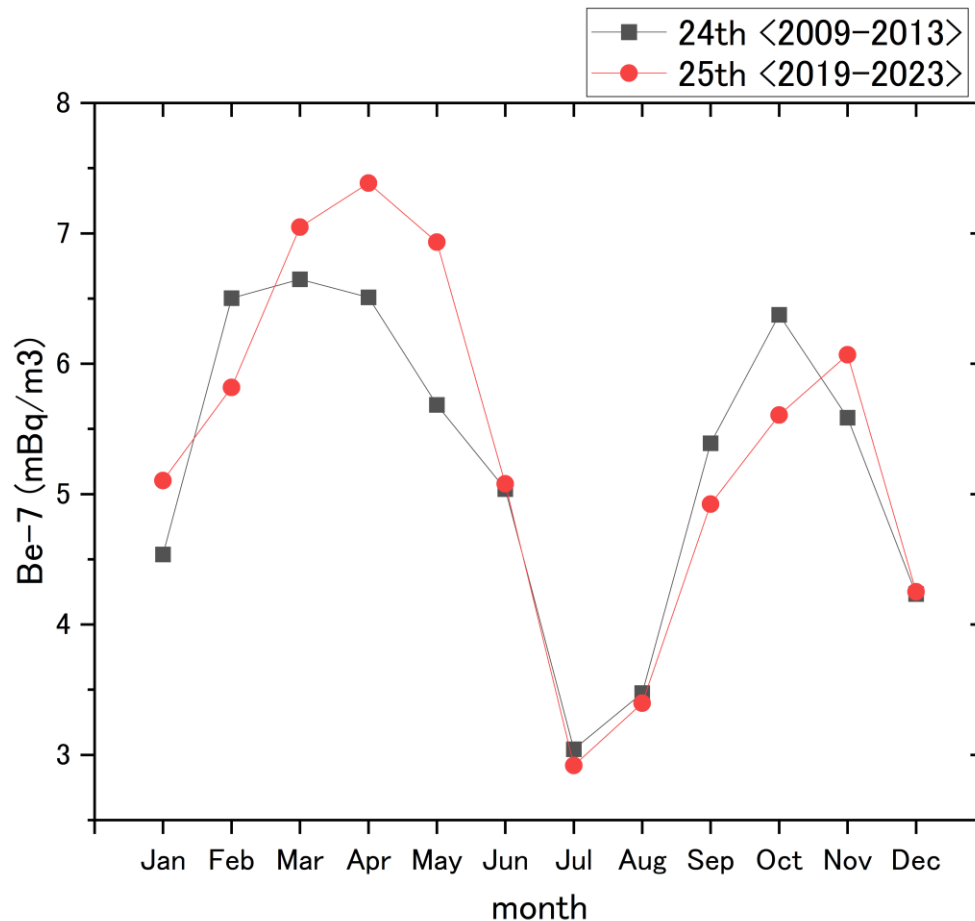


- 黒点数、中性子強度、Be-7濃度の平均値と標準偏差は、第24期と第25期の立ち上がり期では、ほぼ同等であった。
- しかし、4年間のBe-7濃度の変化は異なっており第25期ではピークから落ち込み後増加に転じている。

第24期と第25期の立ち上がり期の平均値と標準偏差

	<ssn>	ssn	<neutron> Oulu	std	<Be-7>	std
24th(2009-2013)	57.84	8-94	6465	248	5.3	0.6
25th(2019-2023)	50.13	6-125.3	6529	308	5.4	0.4

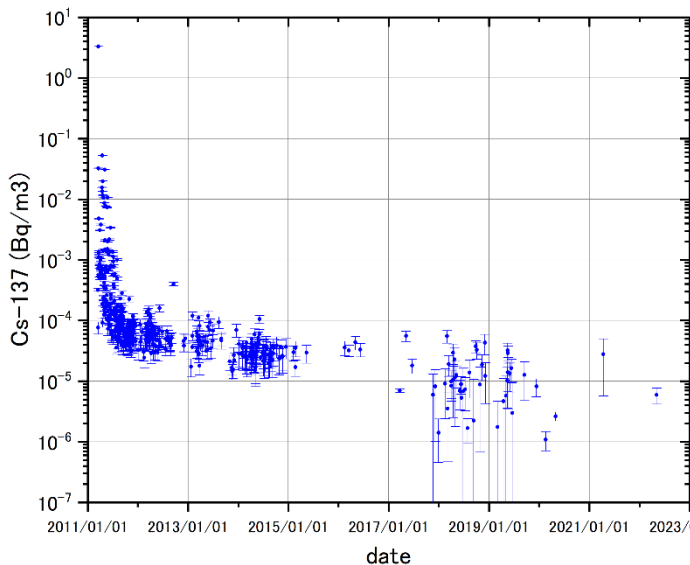
# Annual profile of monthly average Be-7 concentrations during rising solar activities at 24<sup>th</sup> and 25<sup>th</sup>



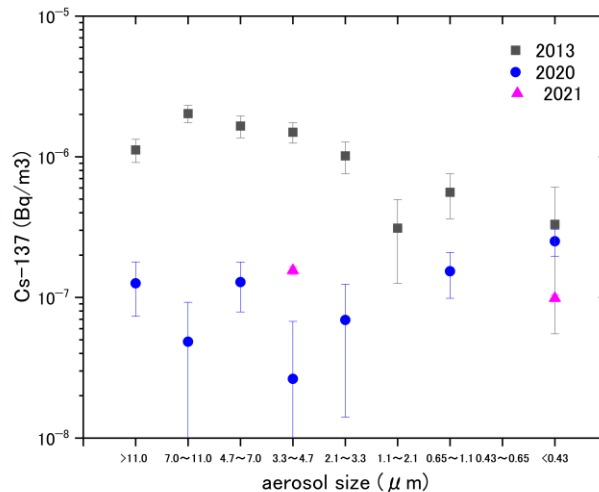
At Yamagata, the trajectories in spring (blue) and fall (green) pass through on the higher latitudes, while those in summer (red) on lower latitudes.

第25期の季節変動は第24期に比べ春と秋において位相が1か月が遅れている。

# 放射性セシウムの地域的時間推移と粒径分布



福島第一原発事故後、山形大学屋上で採取した大気浮遊塵中11年間のCs-137濃度推移：**平衡状態に近い**



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濃度の粒径分布の時間推移：**大粒径成分が減衰**



アンダーセンサンプラー



土壌採取も行っている

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。

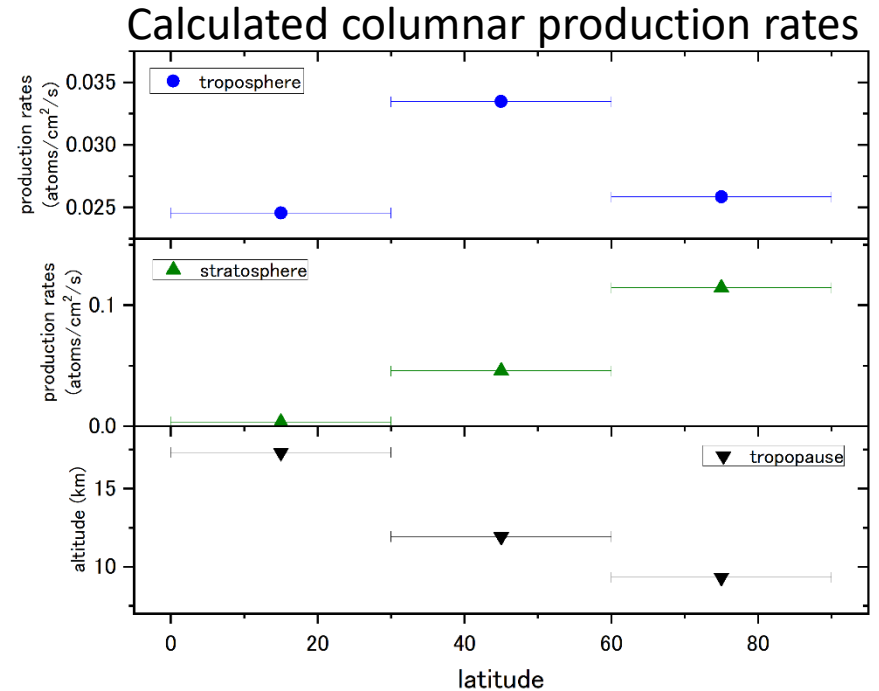
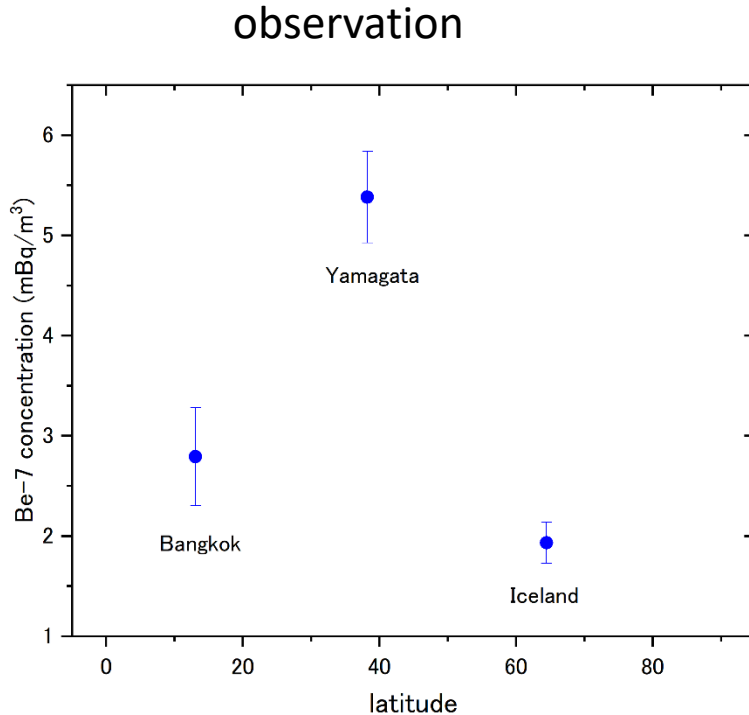
福島第一原発事故後に東日本の陸地に沈着した放射性セシウム2.48 PBqのうち1.79 PBq(72.1%)のCs-137が**森林に沈着した**と推定された(恩田、加藤RADIOISOTOPES, 69, 67-77(2020))。

# まとめ

- 2000年から24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。
  - 第24期と第25期の立ち上がり期では、Be-7濃度の平均値はほぼ同等であった。しかし、4年間のBe-7濃度の変化は異なっており第25期ではピークから落ち込み後増加に転じている。
  - 第25期の季節変動は第24期に比べ春と秋において位相が1か月が遅れている。
- 
- 12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の粒径分布の時間推移が分かってきた。



# Be-7濃度の緯度依存性の要因



- ・対流圏生成率の緯度変化は、観測された濃度の緯度変化と同様。
- ・中緯度の対流圏生成率は低緯度の約1.4倍と濃度の2倍に比べて低い。

- ・低緯度は宇宙線の地磁気カットオフの影響。
- ・高緯度は対流圏界面の高度が低く対流圏生成量が少ない。
- ・中緯度は高緯度帯(成層圏?)からの移流拡散が必要。