

Be-7などによる宇宙線強度時間変化の検出

山形大理: 武山美麗、森谷透、川村容明、門叶冬樹、乾恵美子、石澤 倫、沼倉 隼人、
鈴木颯一郎、櫻井敬久
大気海洋研: 杉原奈央子
東京海洋大 : 大橋 英雄
名古屋大宇地環研: 三宅芙沙、増田公明
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

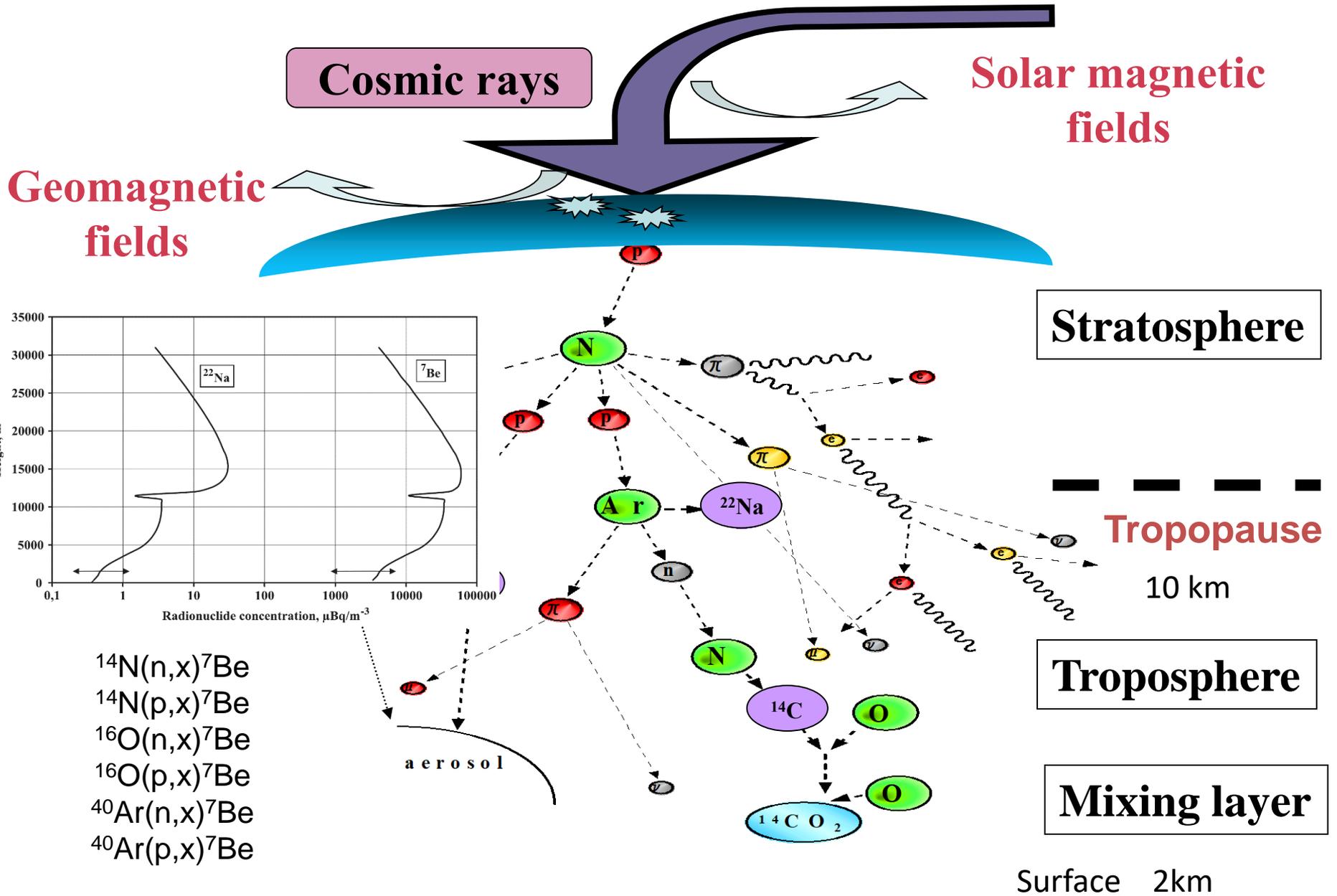
研究代表者：山形大学理学部 門叶冬樹

- Be-7などによる宇宙線強度時間変化の検出
(H31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
(H31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
- 乗鞍高度における宇宙線生成核種濃度の観測
(H31査定額 旅費：100千円)
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20年間の大気中宇宙線生成核種 Be-7濃度変化
- 福島原発事故後の大気中Cs-137濃度の変化
- 乗鞍観測所周辺のハイ松中の ^{14}C 濃度

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)

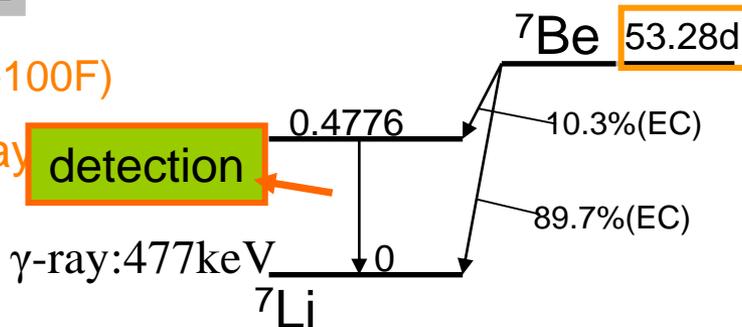
Measurement time : 6 hours

| | |
|----------------------|---------|
| detection efficiency | 2.68% |
| resolution @1.33MeV | 1.69keV |

High Volume Air Sampler (HV-100F)

Sampling time: 23 hours/day

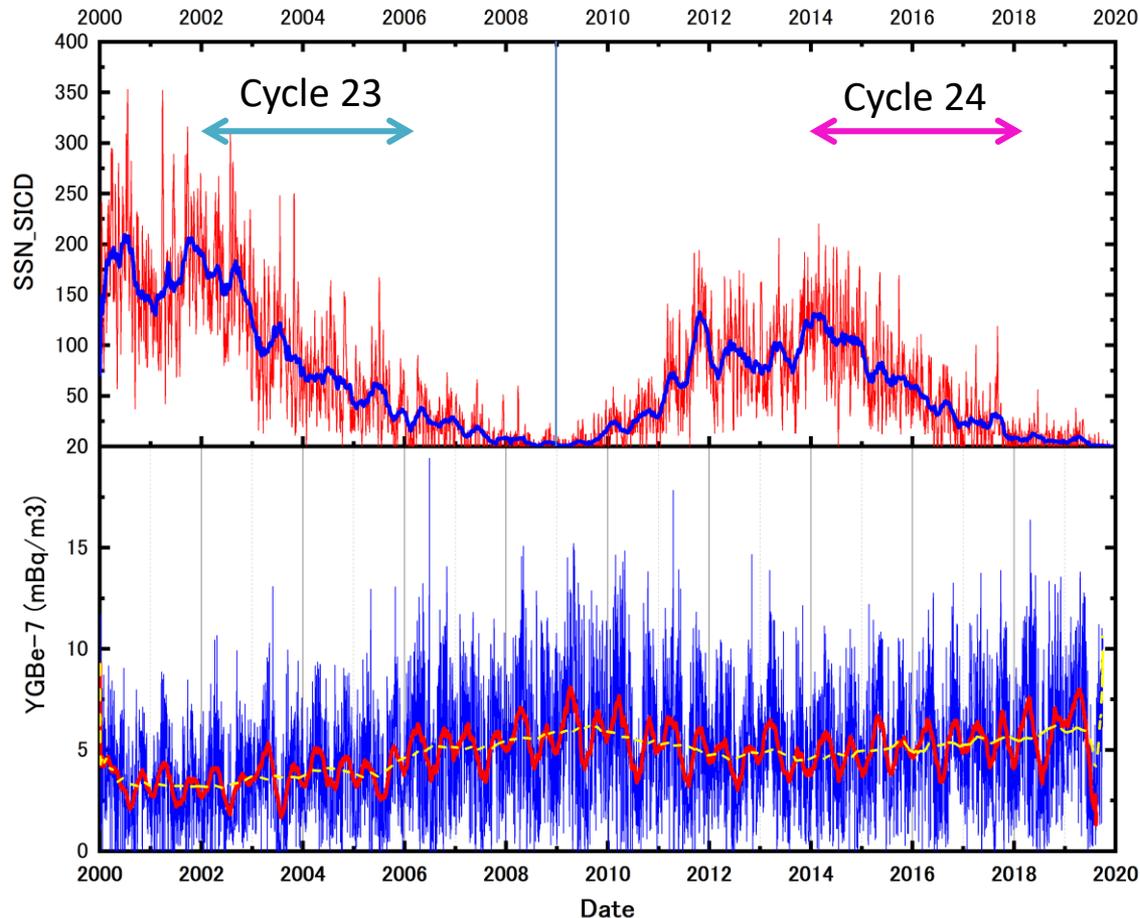
Intake rate: 1000 L/min.



柏地下微弱放射能測定設備

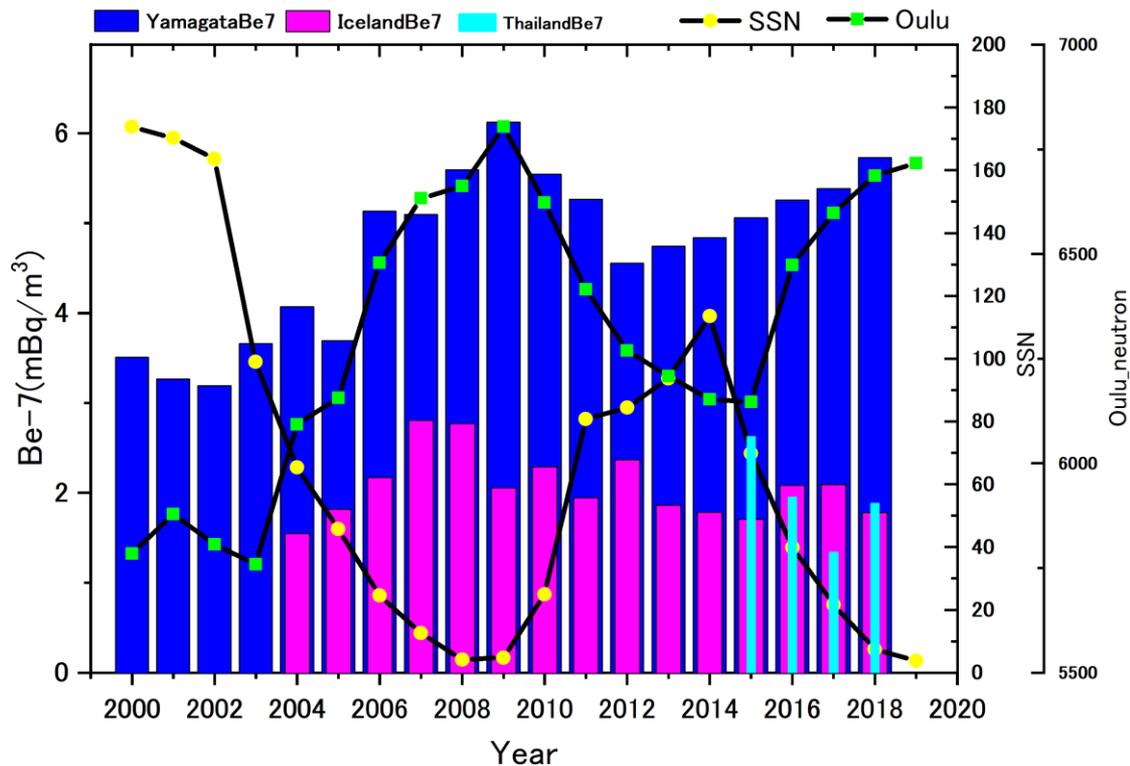
HPGe detector

Daily profile of Be-7 concentrations at Yamagata during 20 years from 2000



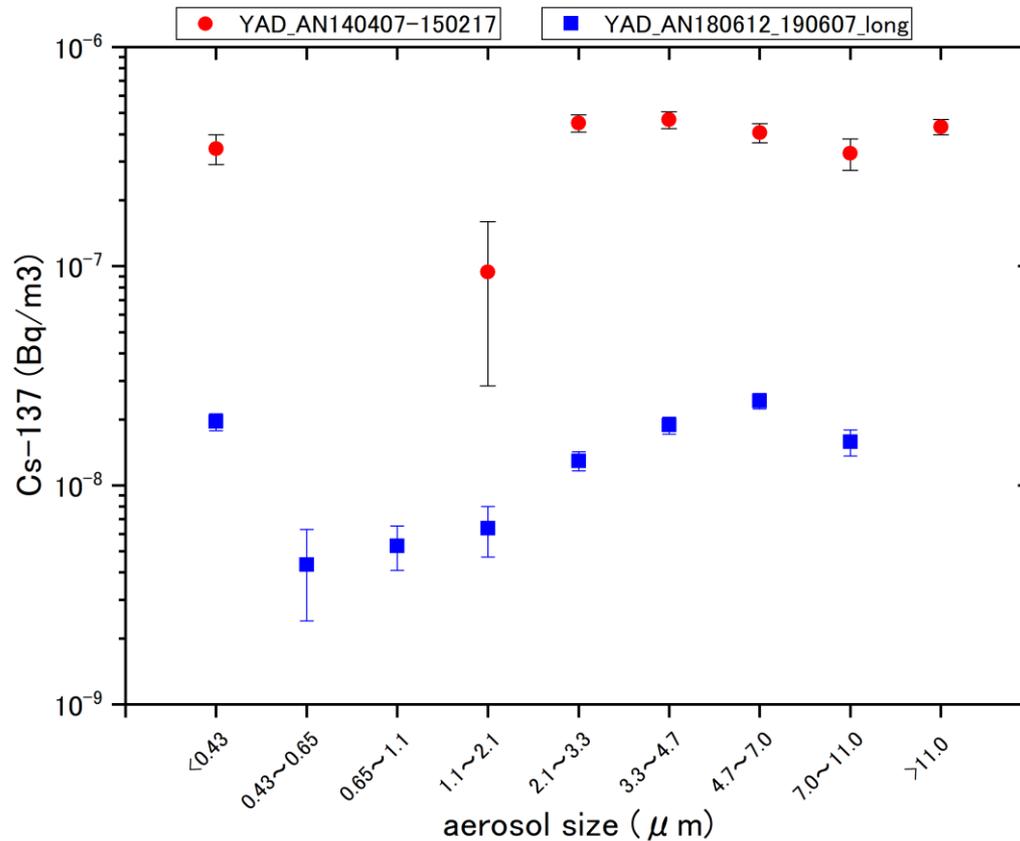
Be-7 concentrations in the surface air express the solar modulation related to a 11-yr solar cycle including a seasonal variation.

Yearly profile of Be-7 concentrations from 2000 to 2018



| | Be-7 (Bq/m3) | Oulu | SSN |
|--------------------|--------------|--------|--------|
| Cy23:2002-2006 | 3.58 | 6058.8 | 79.7 |
| Cy24:2014-2018 | 5.07 | 6411.8 | 50.3 |
| Increasing rate(%) | 41.7% | 5.8% | -36.9% |

aerosol size distributions of Cs-137 concentrations



Cs-137 are appeared in submicron aerosols lately, while they were disappeared during 2014.

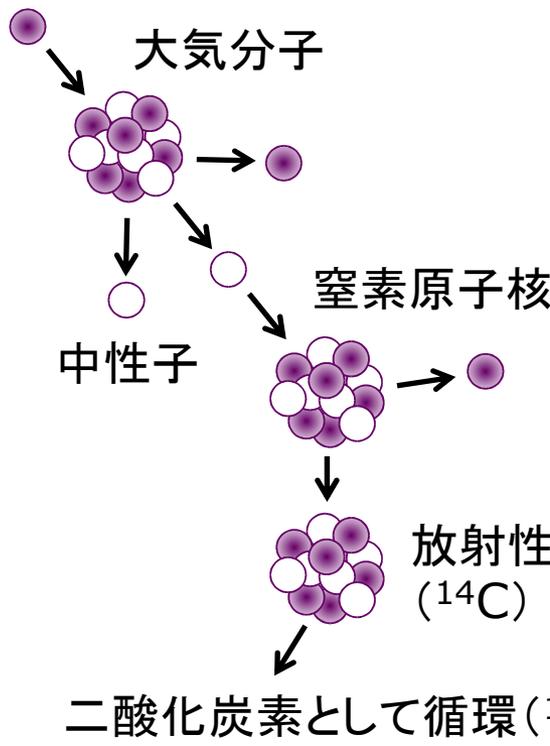
ハイマツ・マツ試料を用いた 放射性炭素(^{14}C)濃度測定

山形大学高感度加速器質量分析センター

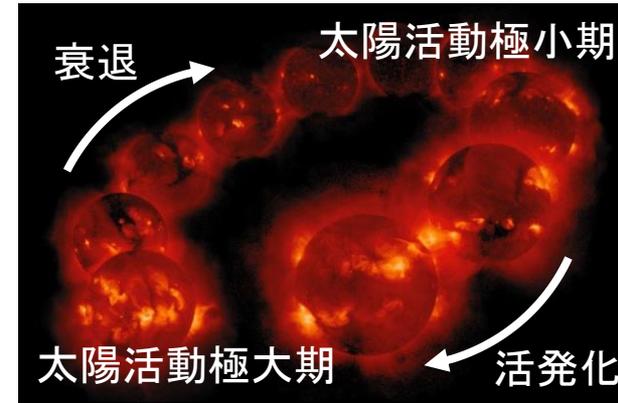
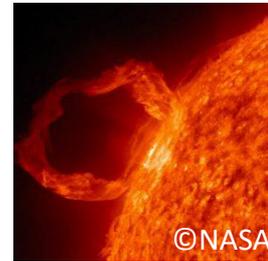
武山 美麗

過去の宇宙線増加現象および太陽活動の変化

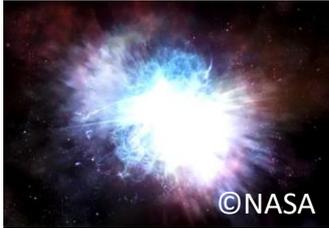
高エネルギー
宇宙線(陽子)



太陽フレア



超新星爆発



ガンマ線バースト



(● 陽子
○ 中性子)

1年の時間分解能(1年輪)で
 ^{14}C 濃度を測定することが可能



過去3,000年の宇宙線増加現象を探索(名古屋大 三宅先生)

F. Miyake et al., Nature. 486, 240-242 (2012), F. Miyake et al., Radiocarbon, 56, 1189-1194 (2014)

過去1,000年の太陽活動を復元(武蔵野美術大 宮原先生)

H. Miyahara et al., Journal of Cosmology, 8, 1970-1982 (2010), T. Moriya et al., accepted to Radiocarbon (2019)

核実験による ^{14}C の増加と減少

高エネルギー宇宙線
(陽子)

大気分子

中性子

窒素原子核

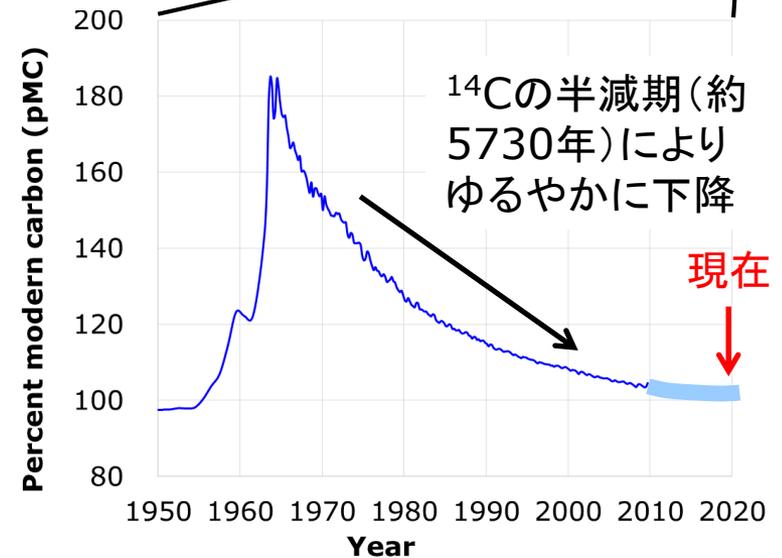
放射性炭素
(^{14}C)

二酸化炭素として循環($^{14}\text{CO}_2$)

光合成により年輪に取り込まれる

1950年代の天然
 ^{14}C 存在量が基準
100 pMC =
13.56 dpm/g
carbonと定義

(● 陽子
○ 中性子)



核実験以前の ^{14}C 濃度に近い値まで低下

➡ 宇宙線の変動による大気中の ^{14}C 濃度をモニターすることが可能

測定に使用した試料

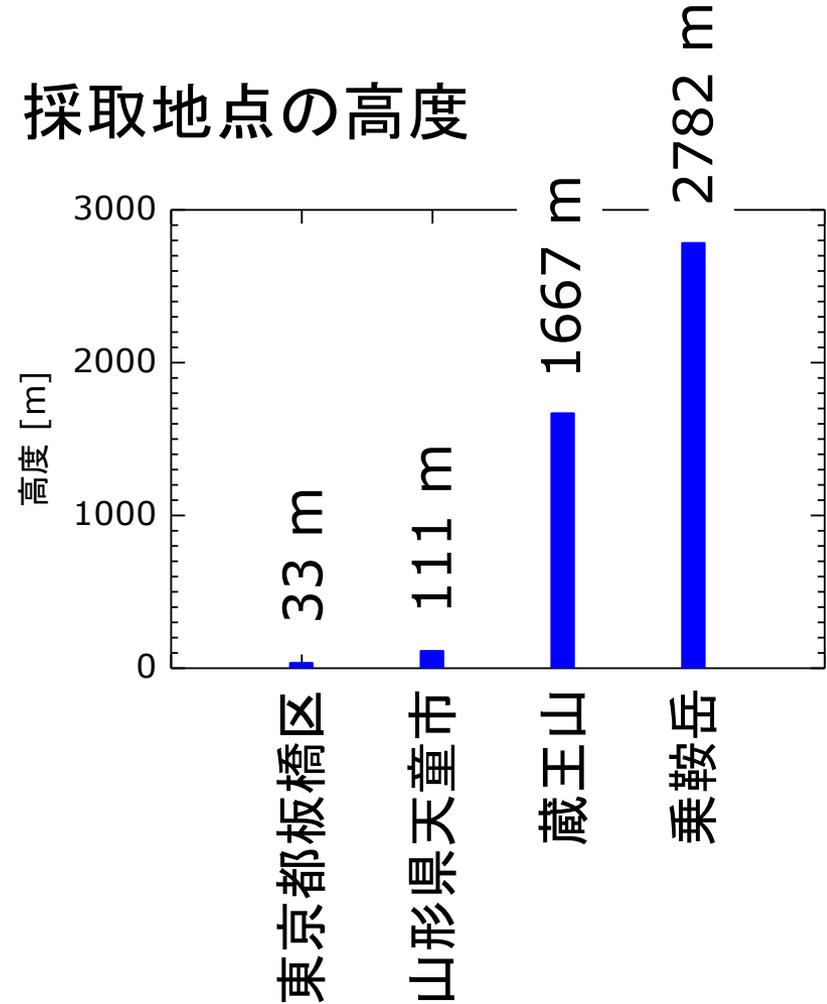
ハイマツ・マツの球果および葉試料

- 単年性の試料のため、1年ごとに採取し、1年の時間分解能で測定を行うことが可能
- 山地にハイマツ、平地にマツが生育しており、同じマツ科マツ属で高度に対する ^{14}C 濃度の比較が可能

ハイマツ・マツ試料の採取地点



採取地点の高度



乗鞍岳におけるハイマツの採取



東大宇宙線研 乗鞍観測所付近
標高約2,770 m



採取時の様子



環中中国許第1906173号
令和元年6月17日

山形大学
理学部長 大西 彰正 殿

中部地方環境事務所長
秀田 智彦

自然公園法（昭和32年法律第161号）第21条第3項の規定に基づき、貴殿の次の申請に係る行為を許可する。

様式第79号（標準例第86条）

門叶 冬樹 様

元中信管第372号
令和元年7月22日

中信森林管理署長

高山植物等採取許可証

令和元年7月9日付けで申請のあった高山植物等の採取について下記のとおり許可します。

記

1 採取者氏名 門叶 冬樹 ほか4名（別添入林者名簿のとおり）

環境省および
森林管理局の
許可を得て、
ハイマツの球
果および葉を
採取

蔵王山におけるハイマツの採取



蔵王ロープウェイ 地蔵山頂駅付近
標高約1,660 m



採取時の様子

山形県知事の許可を得て、
ハイマツの球果および葉を
採取

さらに、東京都板橋区、山形
県天童市でマツを採取

指令村総環 第 17 号

山 形 大 学
(理学部高感度加速器質量分析センター 取扱)

令和元年5月9日付けで申請のあった蔵王国定公園特別保護地区内における植物の採取については、自然公園法（昭和32年法律第161号）第21条第3項の規定により、下記条件を付して許可する。

令和元年 5月13日

山形県知事 吉村 美栄子



記

条件

1 植物の採取を行うことができる期間は、許可の日から令和元年10月

山形大学高感度加速器質量分析センター (YU-AMSセンター)

北海道・東北地方の大学
として初導入

自動グラフィット作製システムI & II **日本初導入**



コンパクトAMSシステム

日本初導入



山形大学総合研究所
(山形県上山市)

14Cの測定①

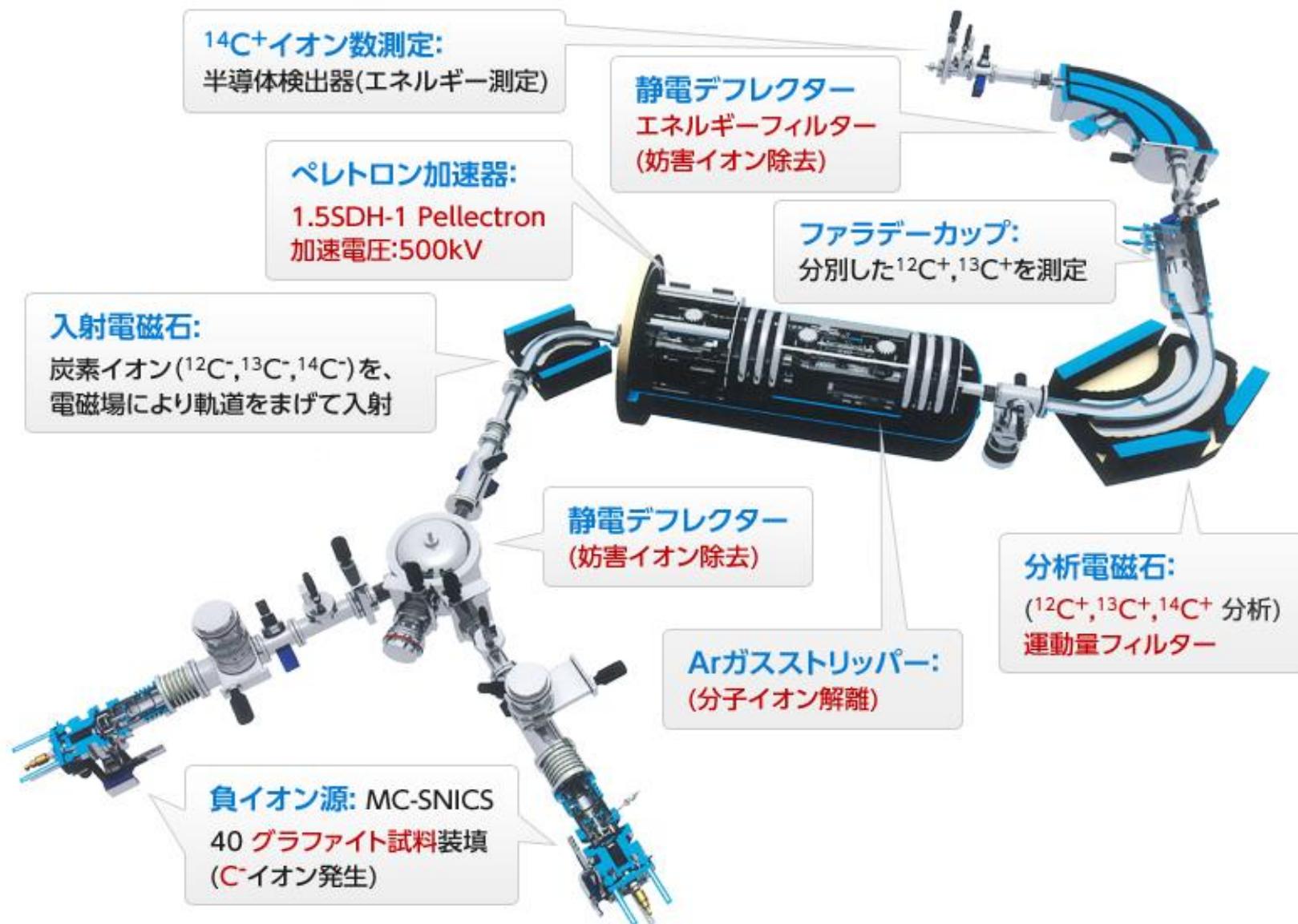
採取したハイマツ・マツ試料



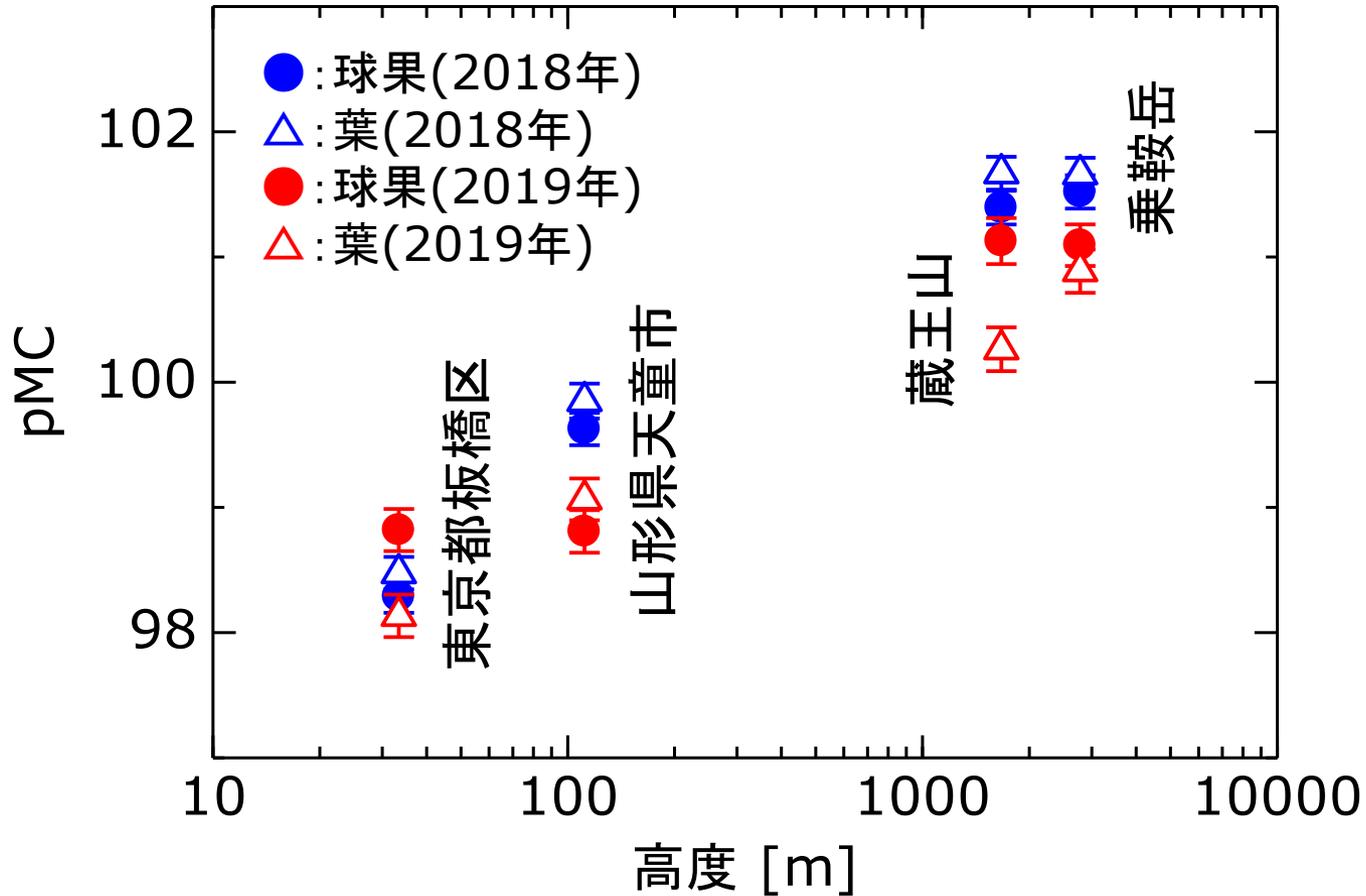
グラファイト試料の作製



^{14}C の測定②

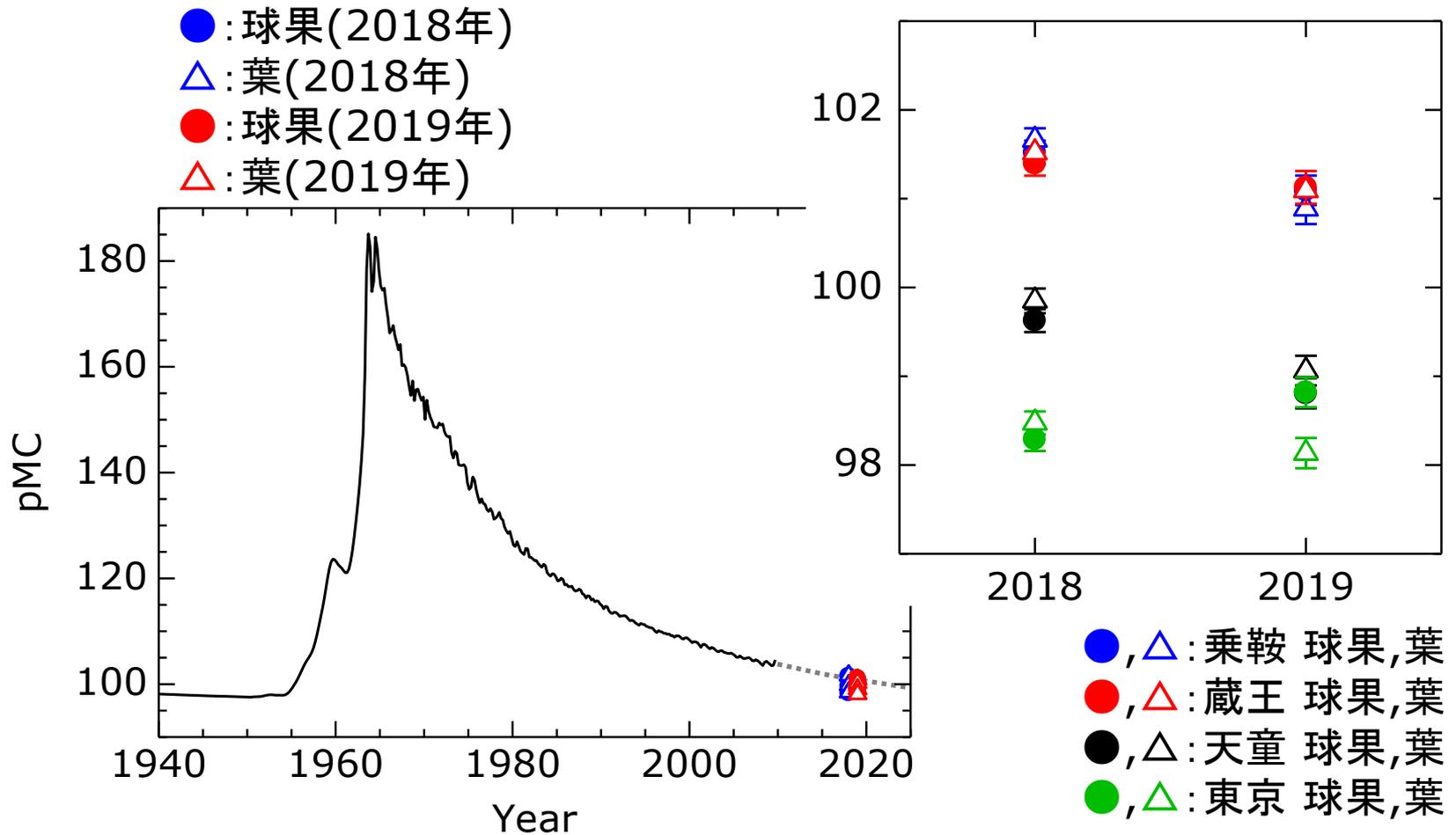


採取場所の高度に対するpMC値



山地は平地よりpMC値が高い ⇒ 高度依存性がある

^{14}C のボムピークと測定したpMC値



pMC値が減少の傾向 ⇒ まだ核実験の影響が残っている可能性あり

まとめ

ハイマツ・マツ試料を国内4地点で採取し、 ^{14}C 濃度の測定を行った結果、

- 高度依存性があることがわかった。
- 葉と球果では違いが見られた。
- 1年前と比較して減少傾向にあることがわかった。

⇒ 今後も継続して測定を行いたいと考えている。