

ハイマツ・マツ試料を用いた 放射性炭素(^{14}C)濃度測定

○武山 美麗¹, 森谷 透¹, 乾 恵美子², 櫻井 敬久²,
門叶 冬樹^{1,2}, 瀧田 正人³

¹山形大学高感度加速器質量分析センター,

²山形大学理学部, ³東京大学宇宙線研究所

「乗鞍高度における宇宙線生成核種濃度の観測」

研究代表者：山形大学理学部 門叶冬樹

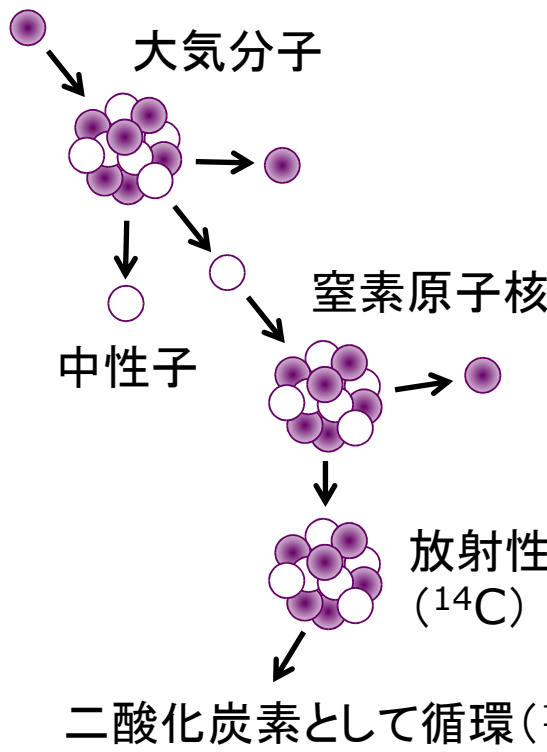
2021年度査定額 旅費：95千円

使用内訳：乗鞍観測所でのサンプリングのための旅費

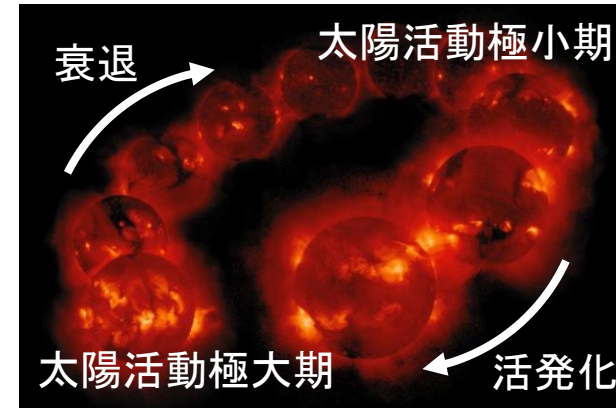
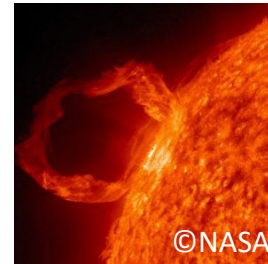
ご支援ありがとうございます

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



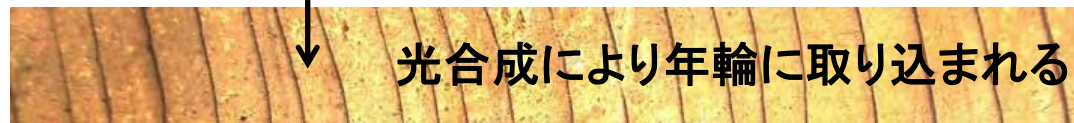
超新星爆発



ガンマ線バースト



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



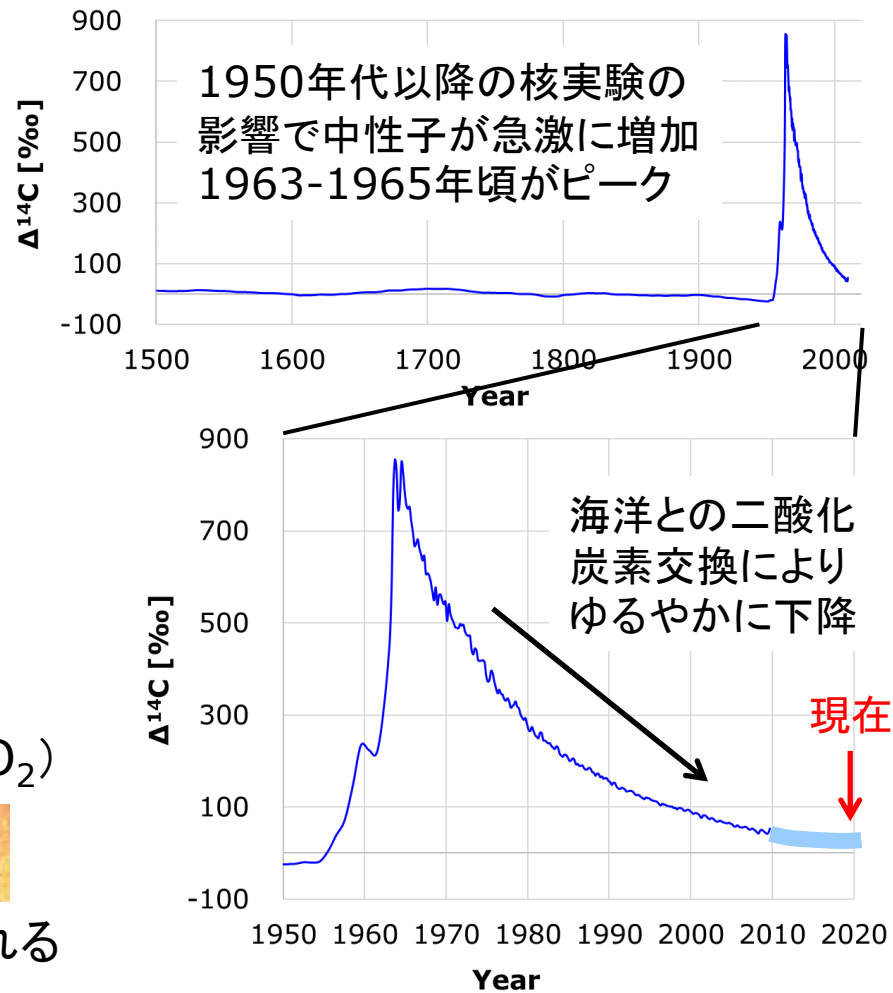
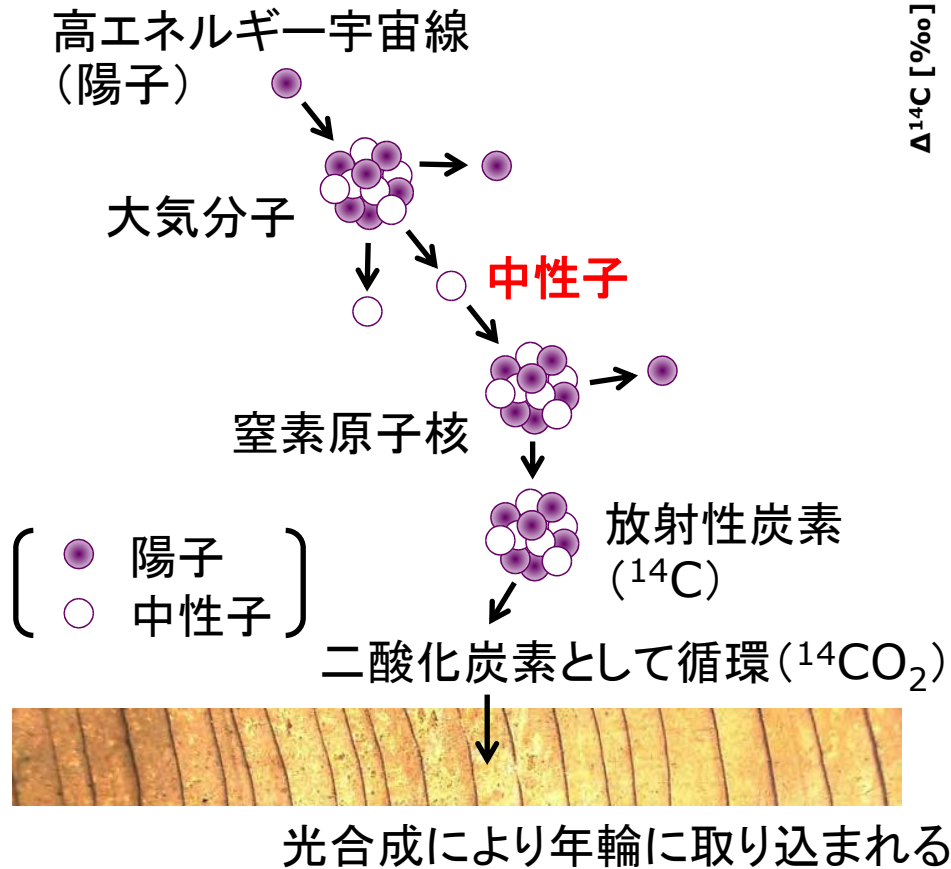
過去3,000年の宇宙線増加現象を探索(名古屋大 三宅先生)

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., JCAP, 8, 1970-1982 (2010), T. Moriya et al., Radiocarbon, 61, 1749-1754 (2019) 3

核実験による ^{14}C の増加と減少



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

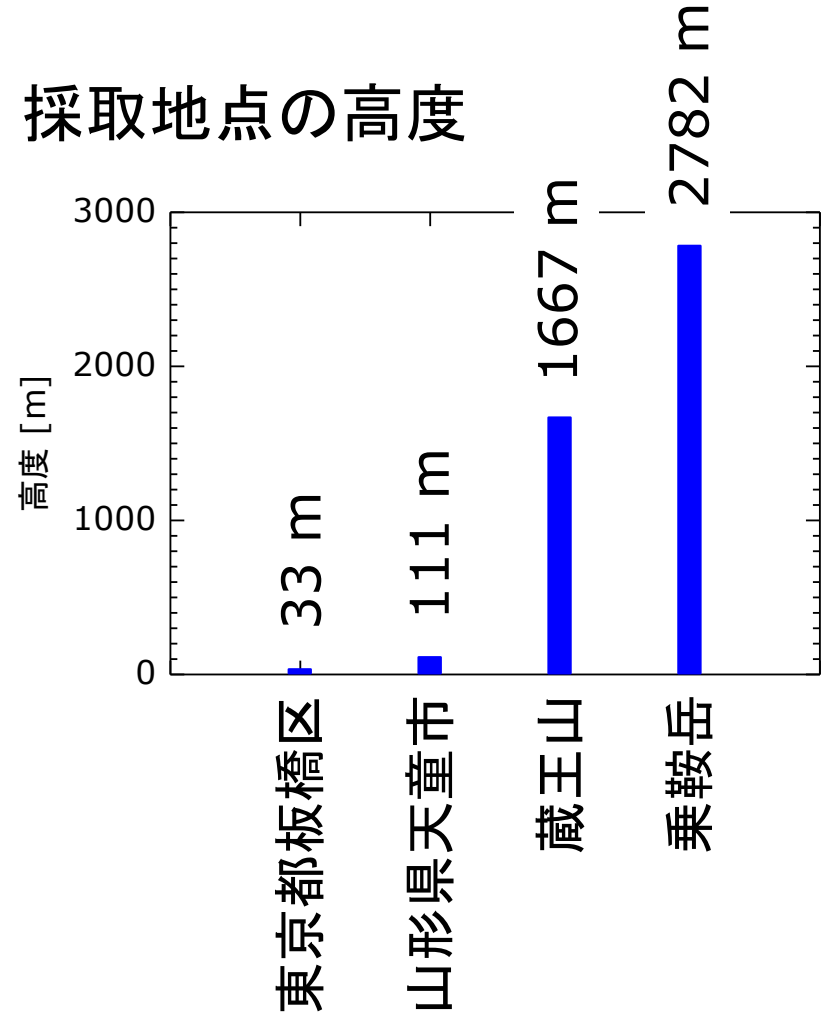
ハイマツ・マツの球果および葉試料

- 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
- 2018年から1年ごとに4年間採取

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）

元中信管第372号
令和元年7月22日

門叶 冬樹 様

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。

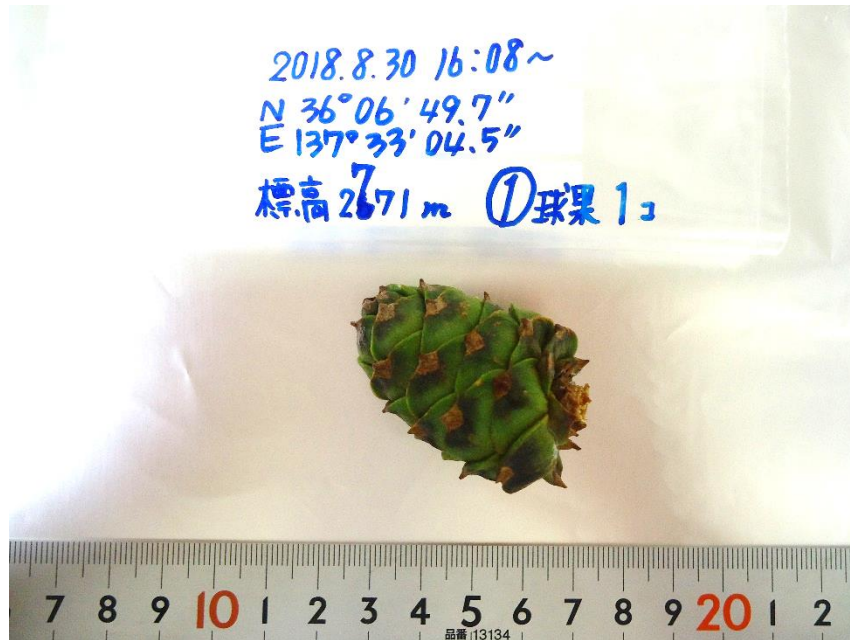
記

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

乗鞍岳で採取したハイマツの写真① (採取日:2018/8/30)

球果



葉

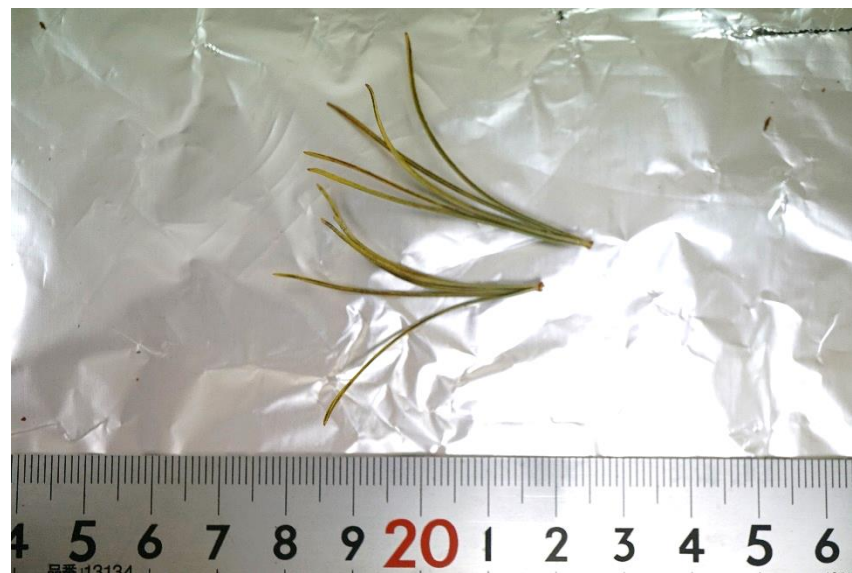


乗鞍岳で採取したハイマツの写真② (採取日:2019/9/26)

球果

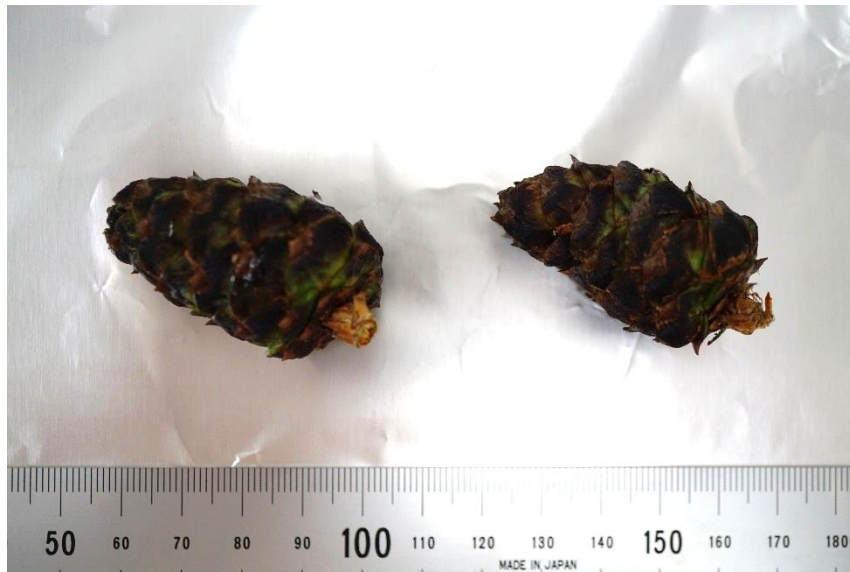


葉



乗鞍岳で採取したハイマツの写真③ (採取日:2020/9/5)

球果



葉



乗鞍岳で採取したハイマツの写真④ (採取日:2021/9/28)

球果



葉



ハイマツ球果の種子

乾燥後、種子を採取



ハイマツ球果
の断面図



斎藤新一郎「木と動物の森づくり」
p.159

種子の写真



<https://ja.wikipedia.org/>

- $\Delta^{14}\text{C}$ 値の測定にはハイマツ・マツ試料の球果から種子を採取して使用
- 種子の中の実(白い部分)は前処理で溶けるため、外種皮を測定

測定に使用した種子と葉

前処理後の種子



前処理後の葉



1つの種子から3つ測定



葉10本から3つ測定

14Cの測定①

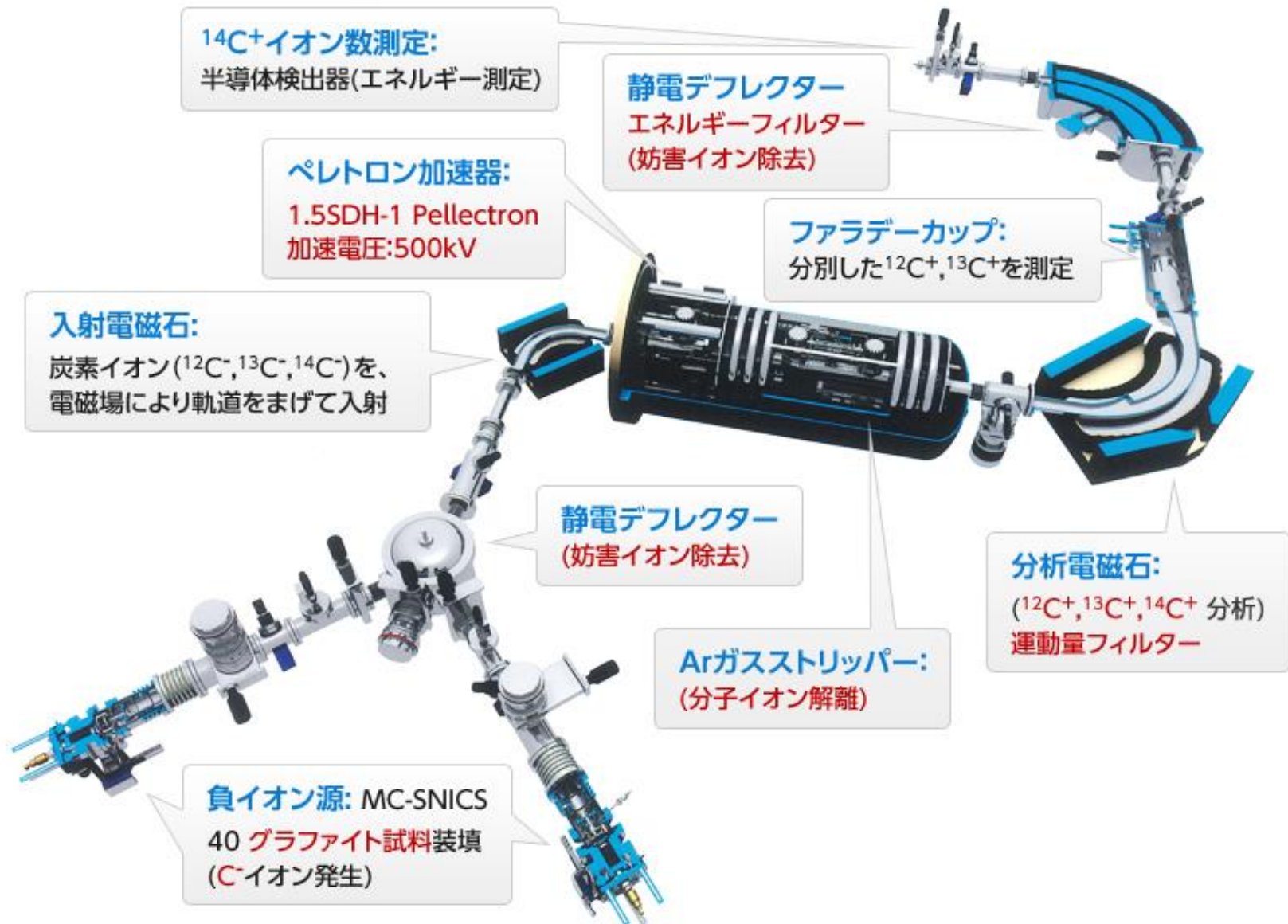
採取したハイマツ試料



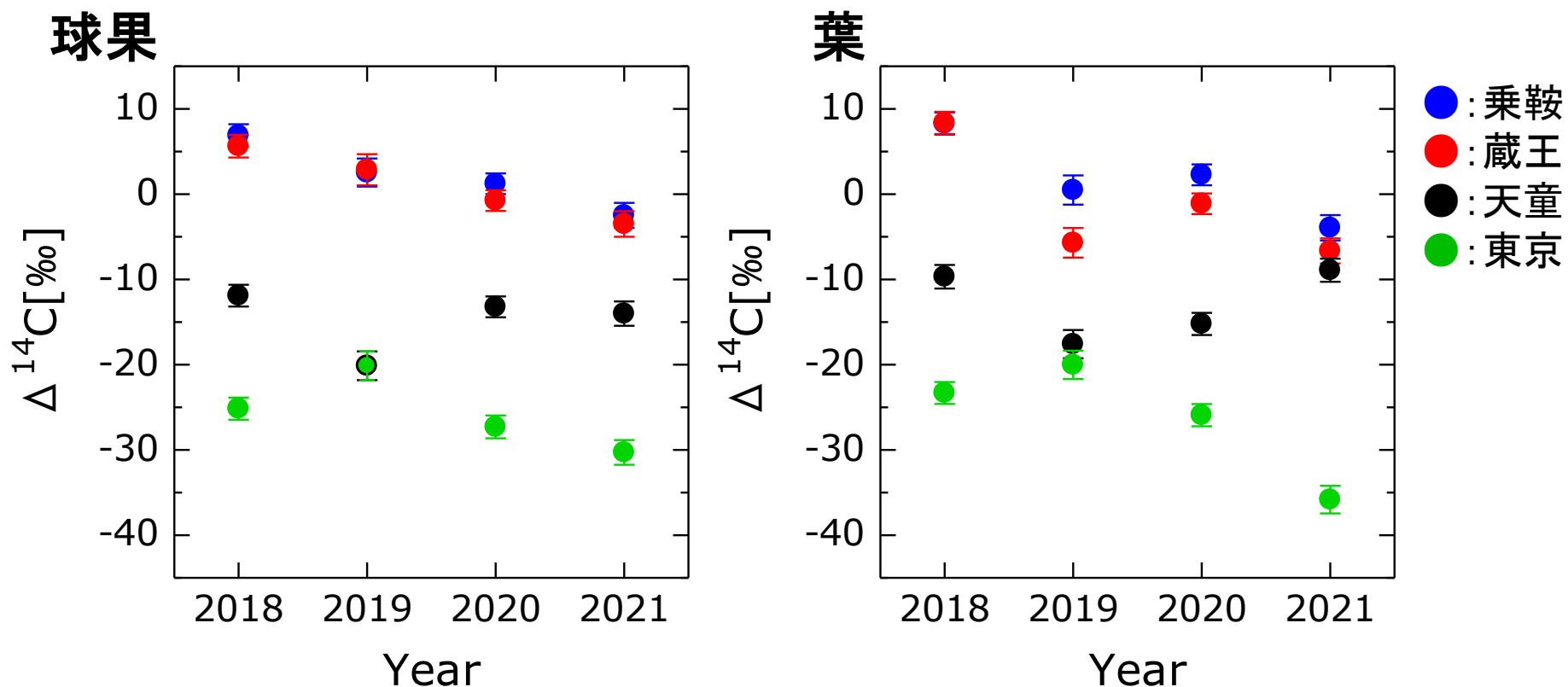
グラファイト試料の作製



^{14}C の測定②

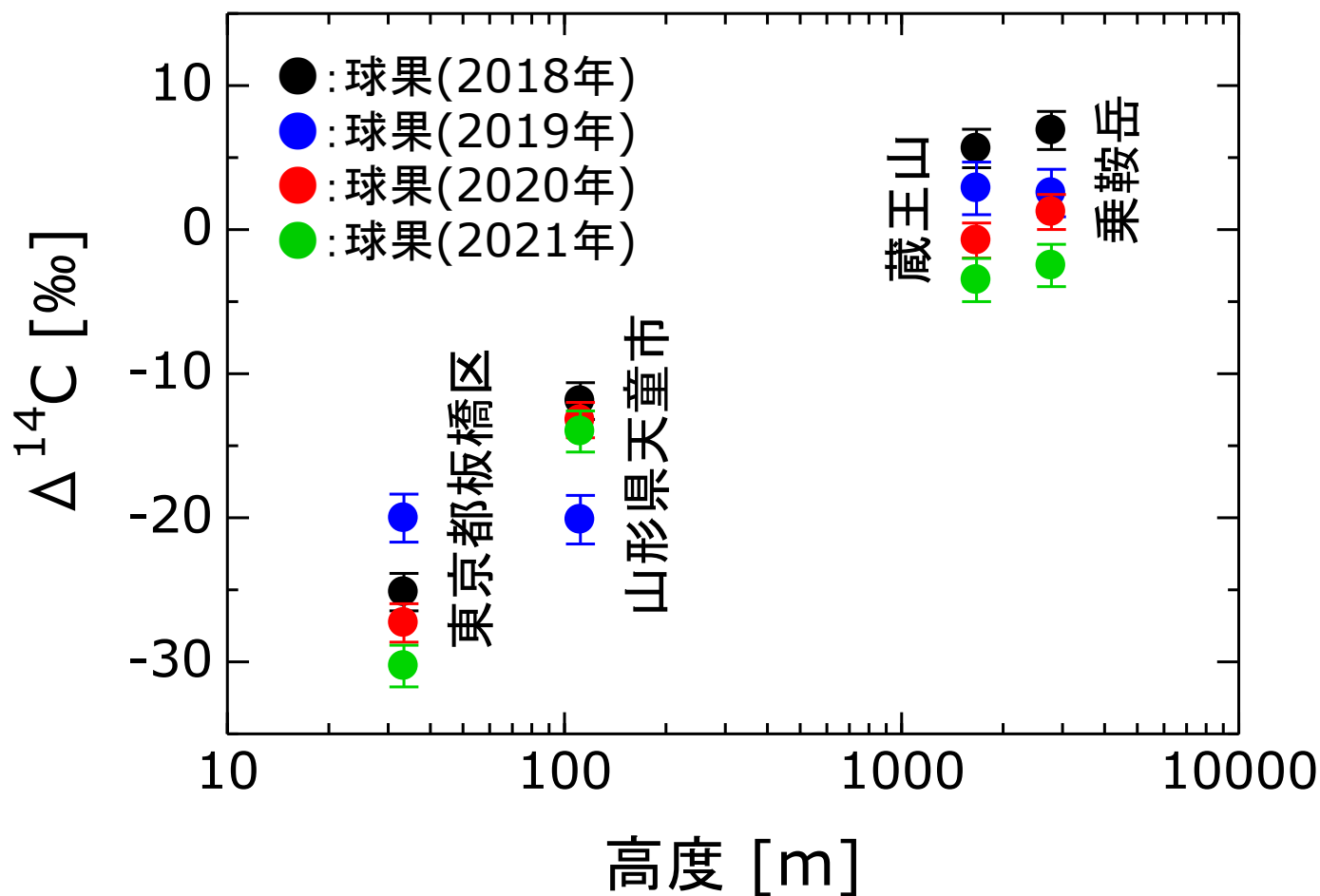


ハイマツ・マツの球果と葉の $\Delta^{14}\text{C}$ 値



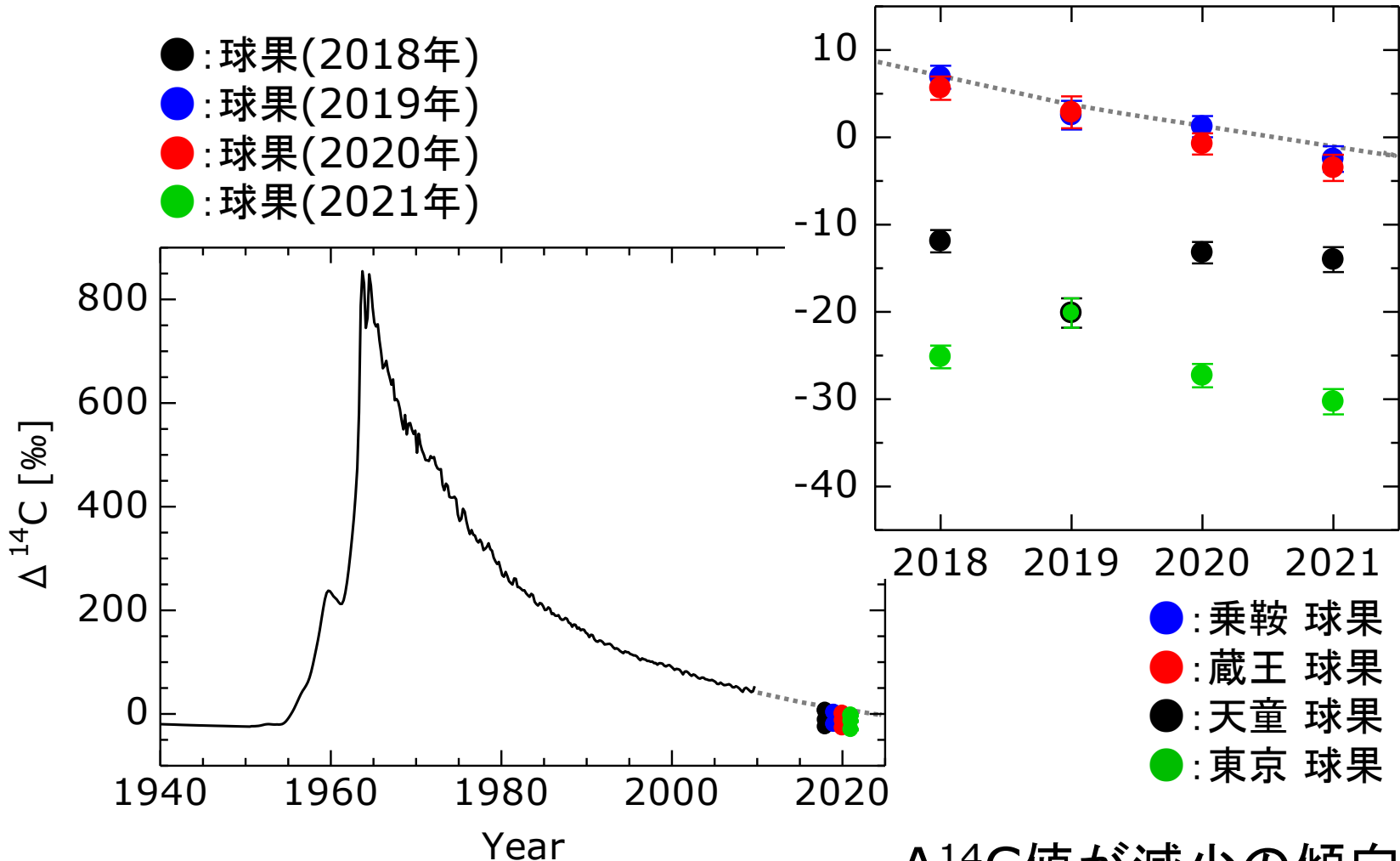
- 山地では
 - 球果中の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は2018年から2021年にかけて減少
 - 葉中の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は2018年から2019年にかけて減少し、2019年から2020年にかけて増加、2020年から2021年にかけて再び減少
- 平地では値にばらつきがあった

採取場所の高度に対する $\Delta^{14}\text{C}$ 値



山地は平地より $\Delta^{14}\text{C}$ 値が高い \Rightarrow 化石燃料の影響が考えられる

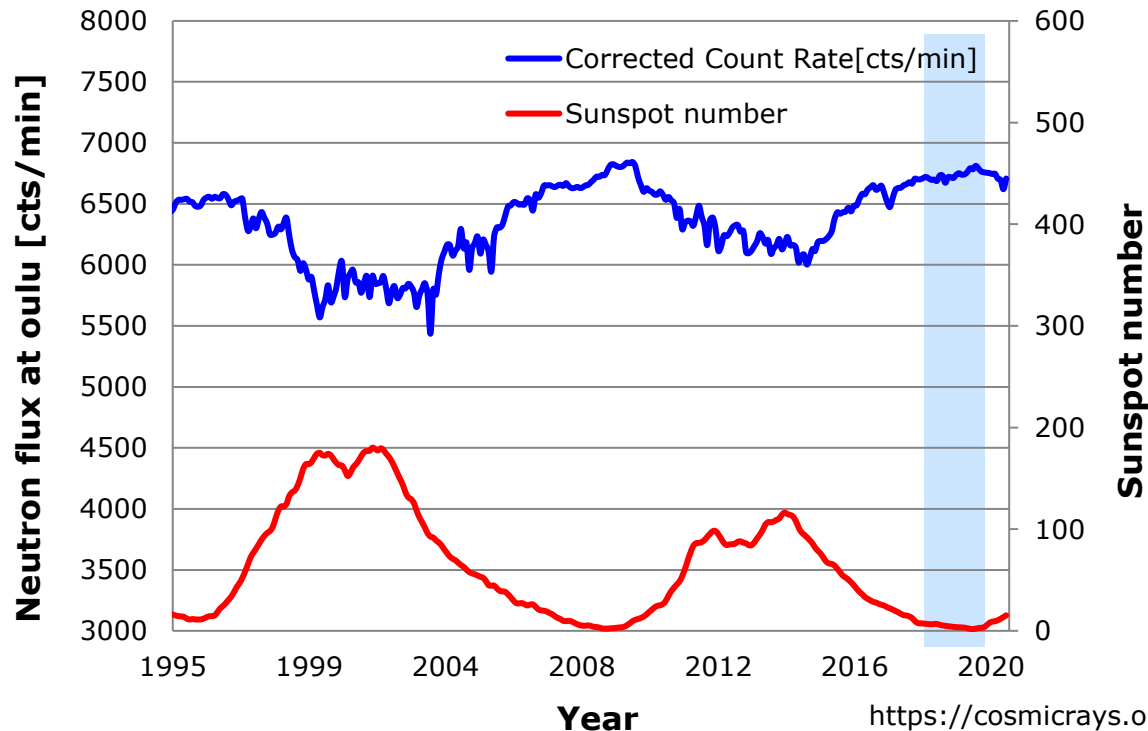
^{14}C のボムカーブと測定した $\Delta^{14}\text{C}$ 値



Q. Hua et al. (2004)

$\Delta^{14}\text{C}$ 値が減少の傾向

太陽活動の宇宙線に対する影響



<https://cosmicrays oulu.fi/>
<http://www.sidc.be/silso/monthlyssnplot>

太陽活動が弱くなる (黒点数が減少) → 太陽の磁場の強さが低下 → 地球に飛来する宇宙線が増加 → 大気中の¹⁴C増加

試料採取を行った2018から2020年にかけては¹⁴Cが増加傾向
→ まだ核実験の影響が残っている可能性がある

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。
- 山地における球果中の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は2018年から2021年にかけて減少傾向にあることがわかった。
- 山地における葉中の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は2018年から2019年にかけて減少し、2019年から2020年にかけて増加、2020年から2021年にかけて再び減少していた。
- 平地の $\Delta^{14}\text{C}$ 値には球果、葉ともにばらつきがあった。
- ボムカーブの影響があると考えられるが、今後も測定を続けていけば太陽活動の11年周期が見える可能性がある。

⇒今後も継続して測定を行いたいと考えている。