乗鞍岳におけるブリューワー分光光度計を使用した オゾン・紫外線の観測　2010年

Observations of total ozone and UV solar radiation with Brewer spectrophotometer on the Norikura mountains in 2010.

伊藤真人*・島村哲也*・清水　悟*・瀧田正人**・下平英明**・石塚秀喜**

M. Ito*, T. Shimamura*, S. Shimizu*, M. Takita**, H. Shimodaira** and H. Ishizuka**

査定額：なし

* 気象庁 高層気象台
Aerological Observatory, JMA
** 東京大学 宇宙線研究所 高エネルギー宇宙線研究部門
High Energy Cosmic Ray Division, ICRR

乗鞍観測所　観測地点より
白山連峰上空に出現した太陽柱
2010.9.23 （ZA=95°）

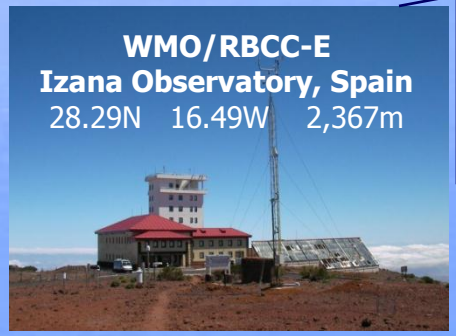
経緯

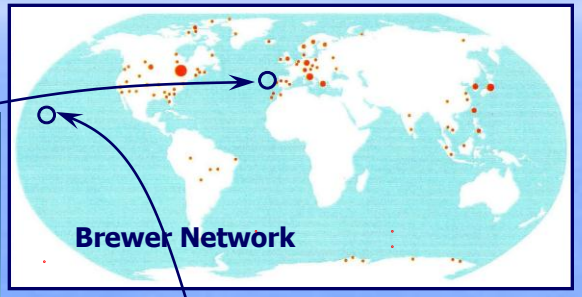
◆ ブリューワー分光光度計（Brewer spectrophotometer）のアジア地区校正センター WMO/RBCC-A（Regional Brewer Calibration Centre, Asia）の構築を進めており、国内高地（乗鞍）においてオゾン・紫外線観測のための観測用常数の校正が可能かどうかを見極める必要性が生じました。

◆ 世界的に「高地におけるオゾン・紫外線量」の解明は遅れており、乗鞍において詳細に観測する必要があります。

地区センターにおける常観測用数校正の条件

- 中～低緯度の高地
- 火山ガスや汚染物質がない（SO_2やNO_x）
- 快晴日が多い
- 天空開放度が良い
- 雷、風の影響を受けにくい
- 測器搬入が容易、観測可能な施設等





研究目的

乗鞍において
① ds O3・ds SO2 の把握
② 上記の観測用常数の校正（absolute calibration）
③ UV（波長別）の把握
④ その他、各種測器作動試験・日射量等の把握

観測期間

2009年 観測データ: 12（16）日間
- 第1回 7月28～8月5日（9日間）
- 第2回 8月24～9月2日（10日間）

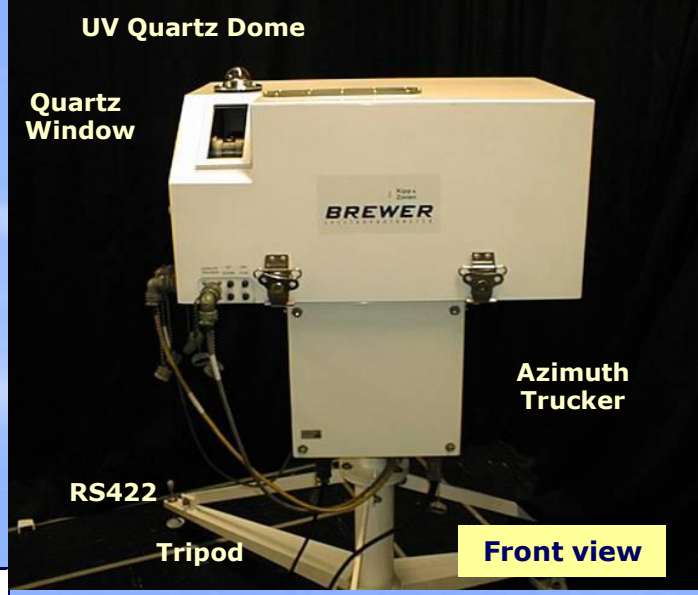
2010年 観測データ: 30 日間
- 第1回 7月 5～11日 （7日間）
- 第2回 7月21～28日 （8日間）
- 第3回 8月21～28日 （8日間）
- 第4回 9月10～16日 （8日間）

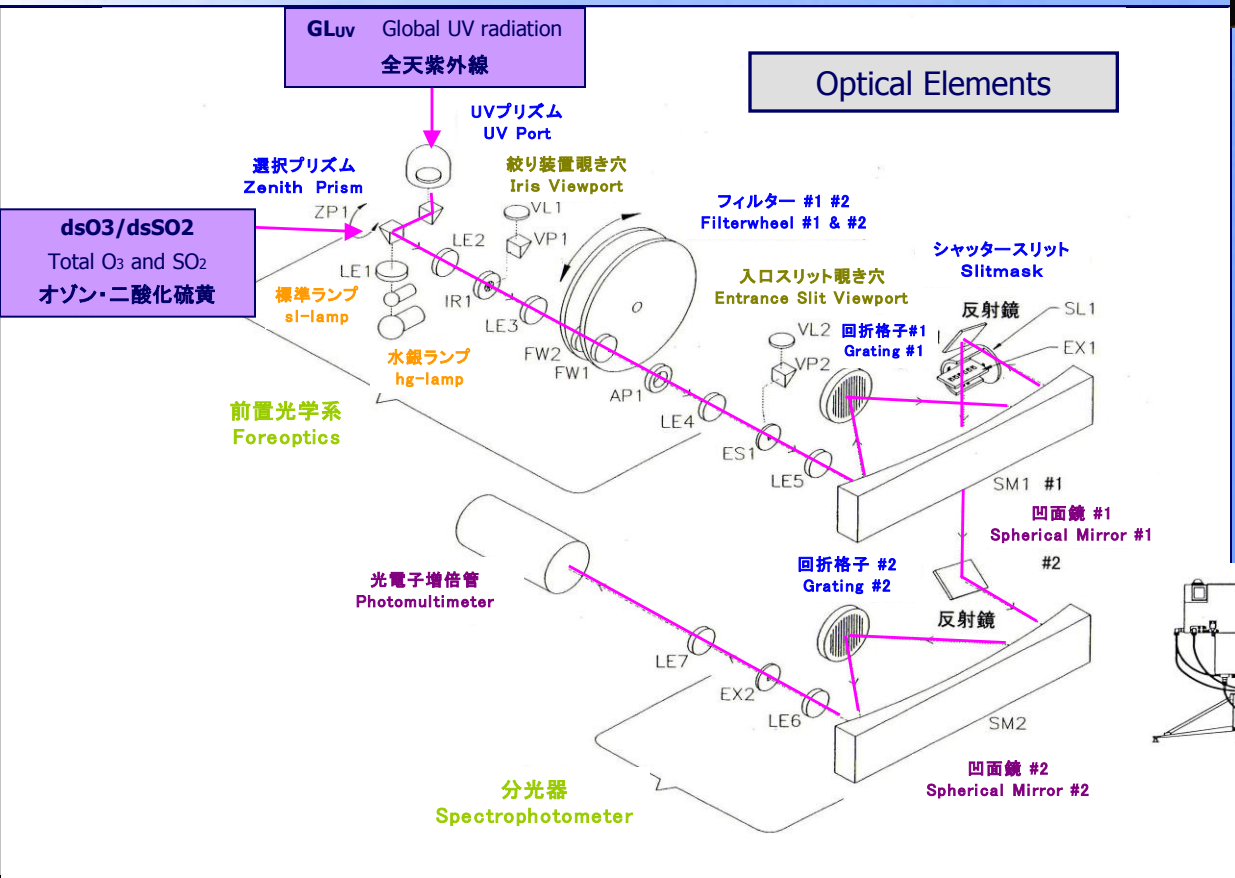
Brewer Spectrophotometer MKIII

<Observations>

- **GLuv ＜全天 波長別 紫外線量** Global UV radiation＞
  (290.0 - 325.0 nm /0.5nm) (286.5 - 363.0 nm /0.5nm)
- **dsO3/dsSO2 ＜直射光オゾン･二酸化硫黄全量** Total O_3 and SO_2＞

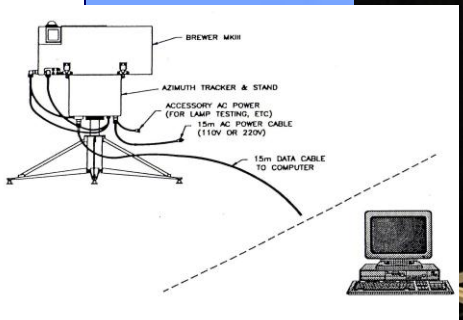
- zsO3/zsSO2 ＜天頂光オゾン･二酸化硫黄全量 Zenith sky total O_3 and SO_2＞
- UM ＜反転観測（オゾン鉛直分布） Umkehr observations ＞
- fmO3/fmSO2 ＜月光オゾン･二酸化硫黄全量 Focused moon total O_3 and SO_2＞

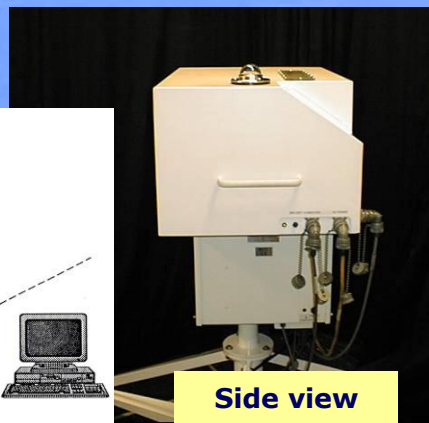


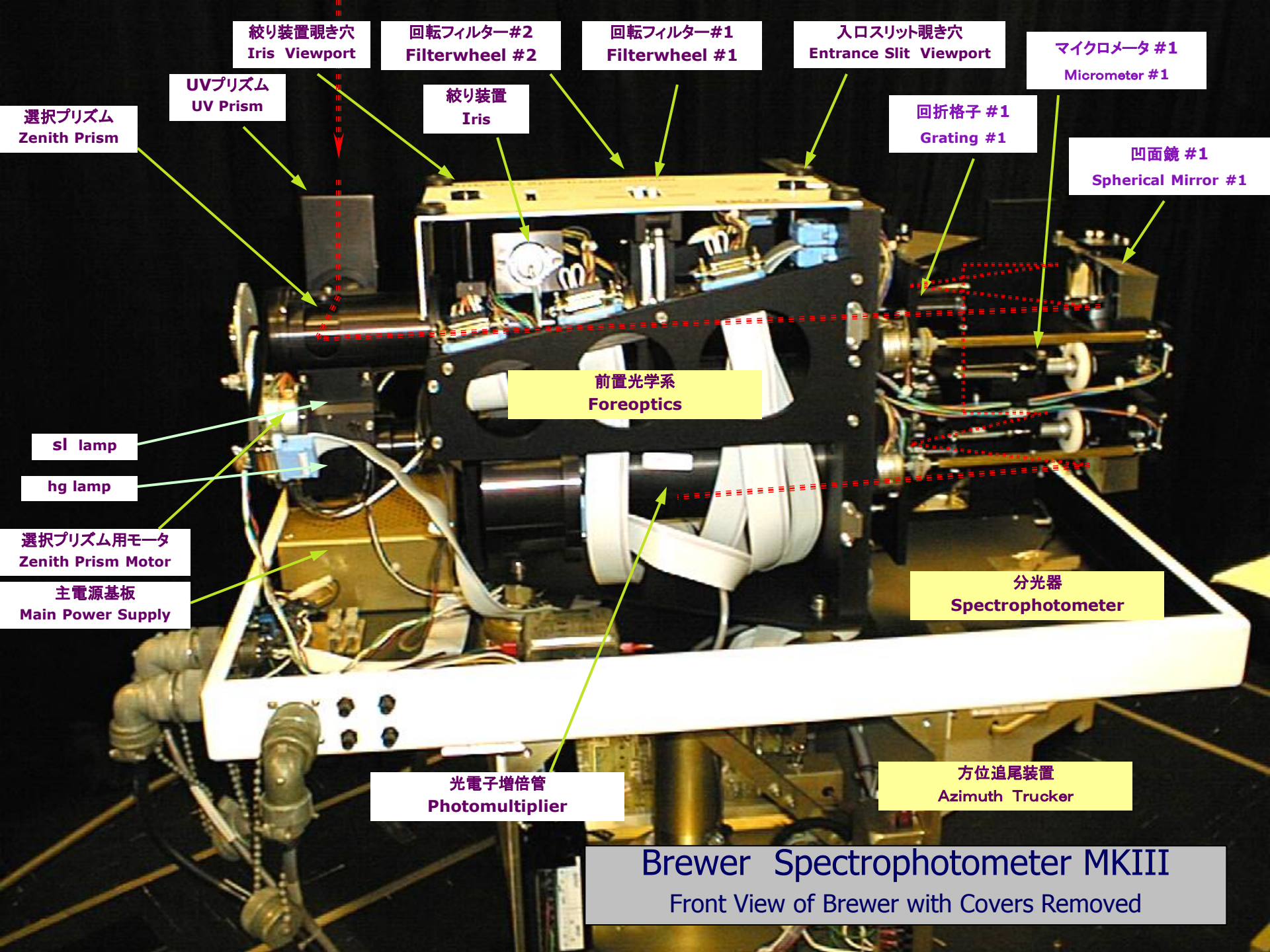


<Technical Specifications>

Optics： modified Ebert spectrometer
Optical resolution： 0.6nm
Grating： 3600 grooves mm^{-1}
Wavelength precision： 0.005nm $step^{-1}$
Azimuth tracking resolution：0.02° $step^{-1}$
Azimuth tracking resolution：0.02° $step^{-1}$
Power：120/240VAC 2A 50/60Hz
Interface：RS422







Brewer Spectrophotometer MKIII

Front View of Brewer with Covers Removed

Instruments, observations and sites

◆ ブリューワー分光光度計 <BR#174 BR#113>

GL_{UV}・DF_{UV} ・・・・・・・・・・ 全天・散乱波長別紫外線量 Global and diffuse UV radiations 290.0-325.0nm（286.5-363.0nm）

dsO3/SO2 ・・・・・・・・・・・ 直射光オゾン・二酸化硫黄全量 Direct sun total O_3 and SO_2

◆ 全天日射計 <Pyranometer CM21>

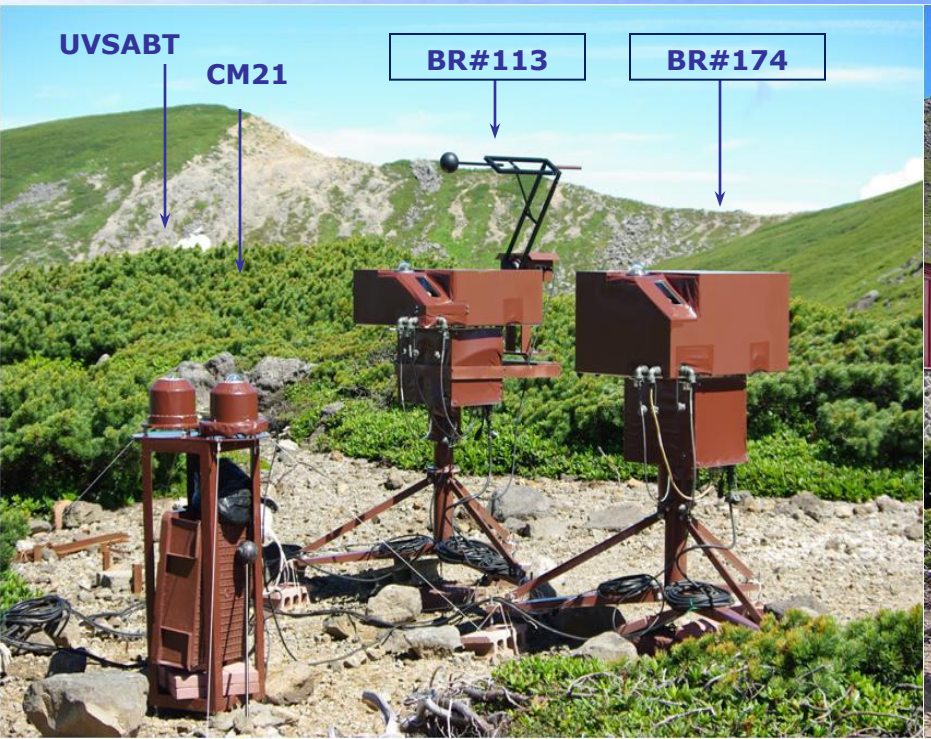
GL_{SL}・DF_{SL} ・・・・・・・・・・ 全天・散乱日射量 Global and diffuse solar radiations

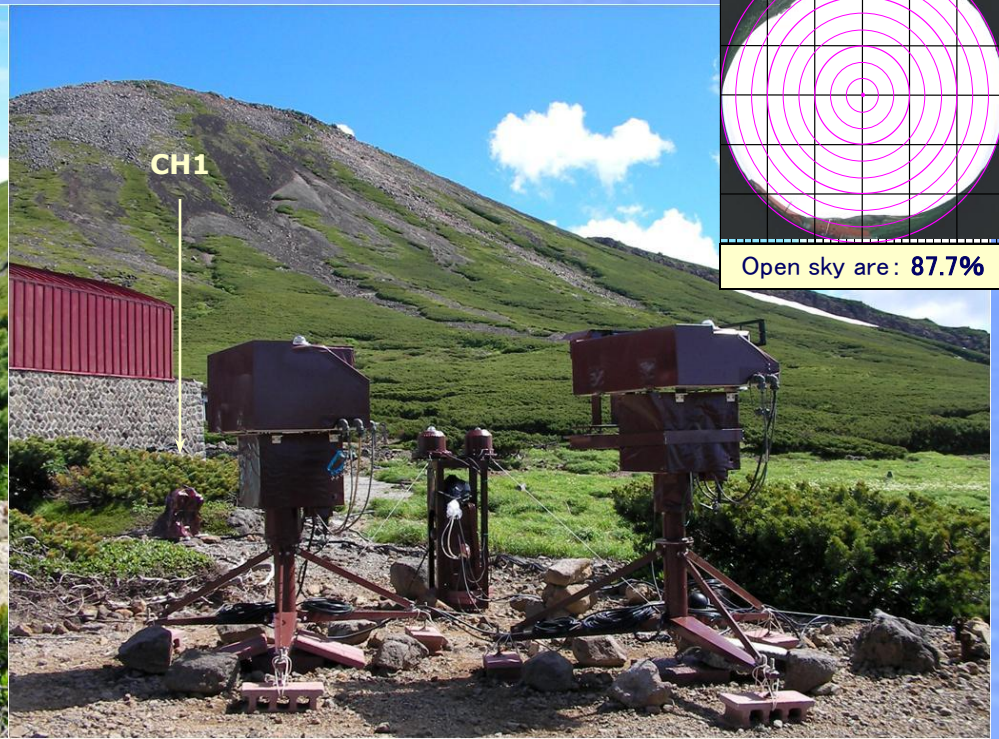
◆ 直達日射計 <Pyrheliometer CH1>

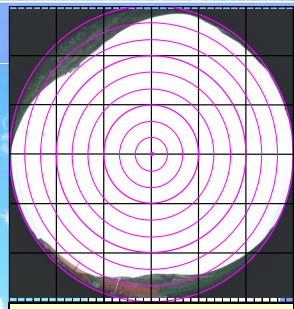
DR_{SL} ・・・・・・・・・・・・・・ 大気混濁度・直達日射量 Turbidity and Direct solar radiations

◆ 広帯域紫外線計 <Broadband UV radiometer UVSABT>

GL_{UVAB} ・・・・・・・・・・・・・・ 全天紫外線量（UVA・UVB） Global UVA and UVB radiations

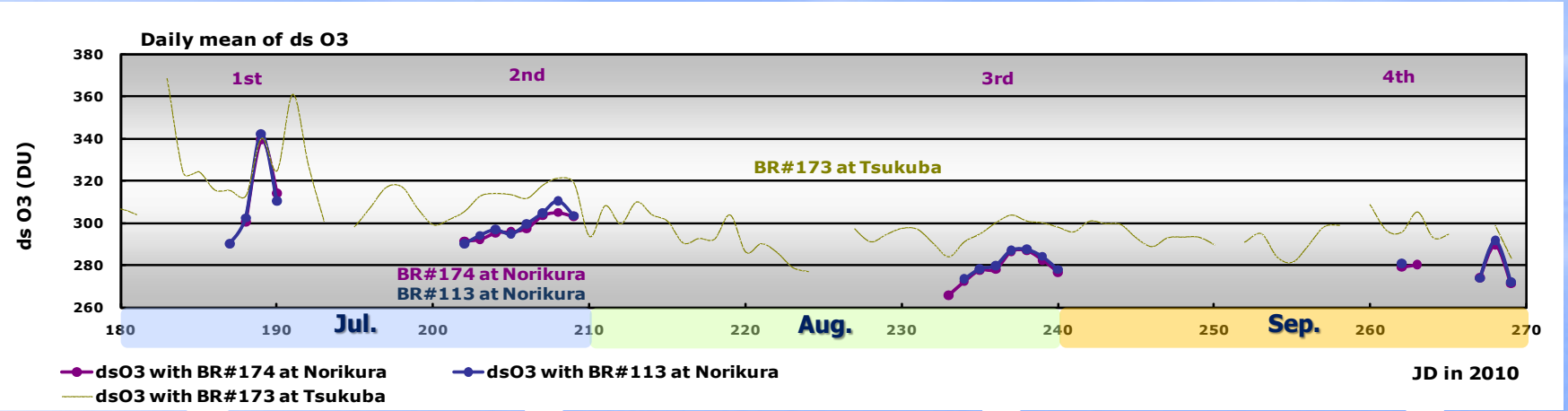






Open sky are：**87.7%**

Daily mean of ds O3 at Norikura, 2010



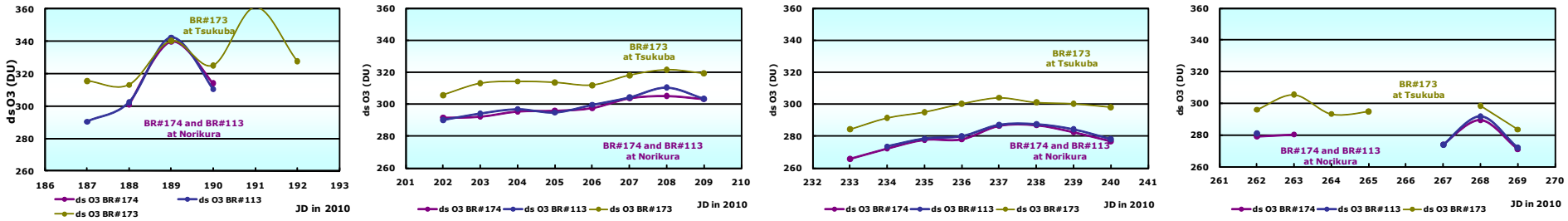
Norikura 1st
from 187 to 192 JDs

Norikura 2nd
from 202 to 209 JDs

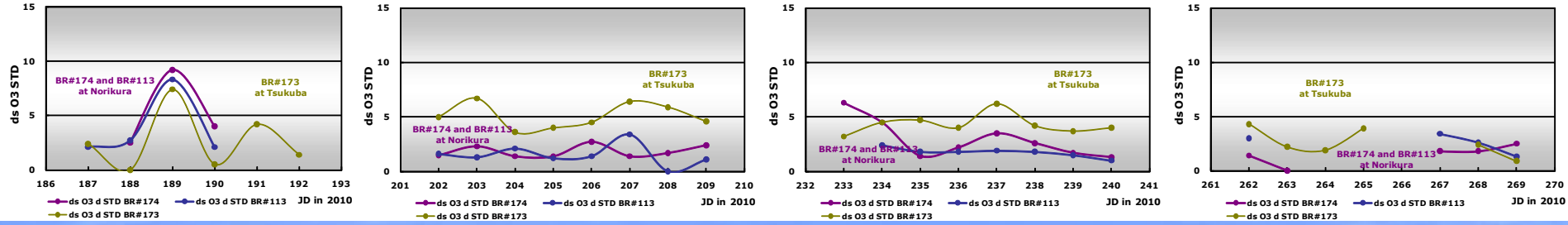
Norikura 3rd
from 233 to 240 JDs

Norikura 4th
from 262 to 269 JDs

a) Daily ds O3

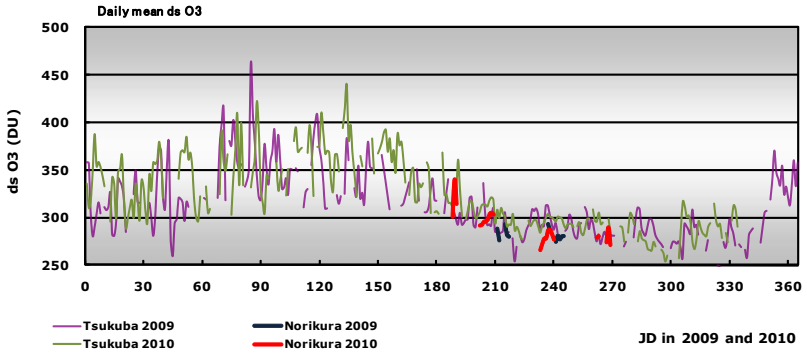


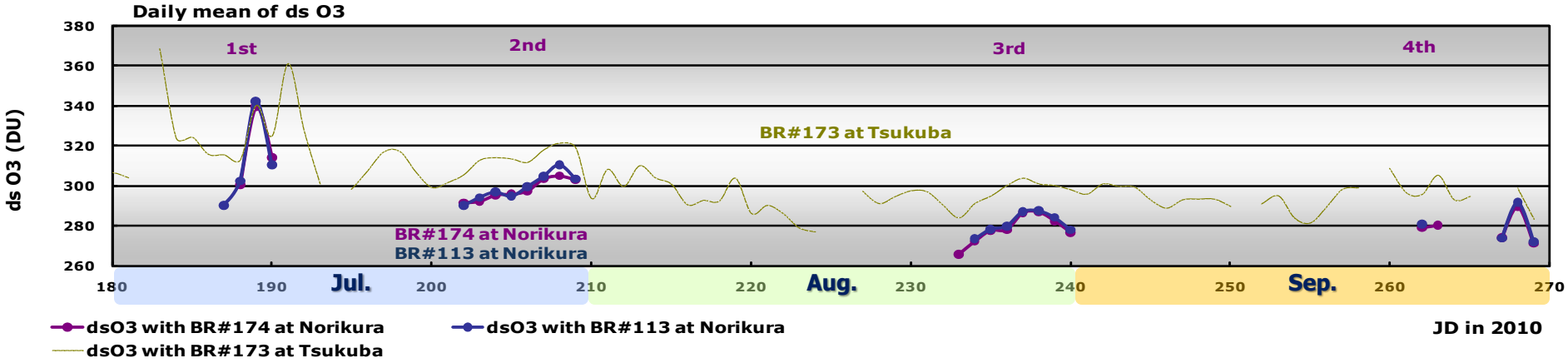
b) Daily STD of ds O3

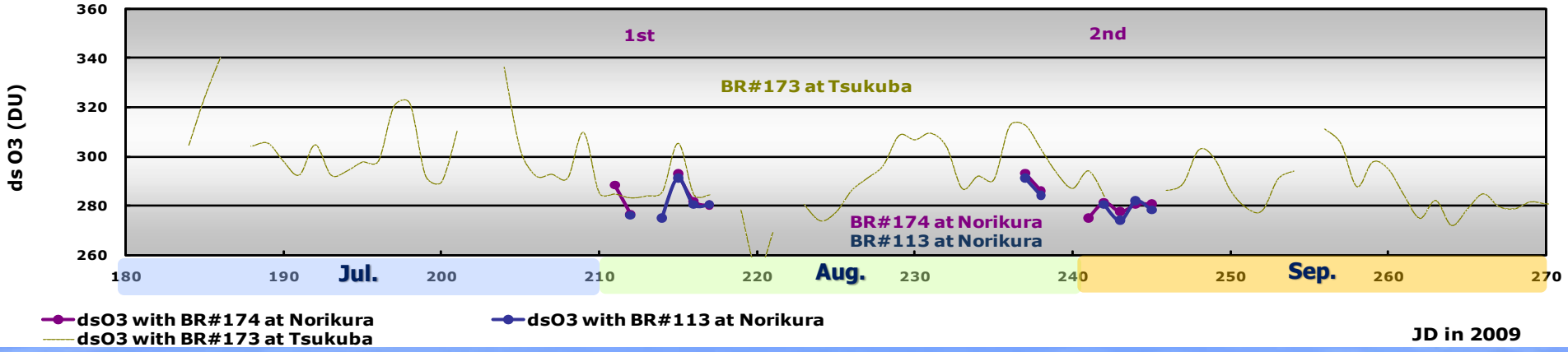


Daily mean of ds O3 at Norikura, 2009 and 2010

乗鞍は、つくばに対し
ds O3･････････ 2010年 −6%（乗 290 DU　つ 310 DU）
2009年 −3%（乗 283 DU　つ 291 DU）

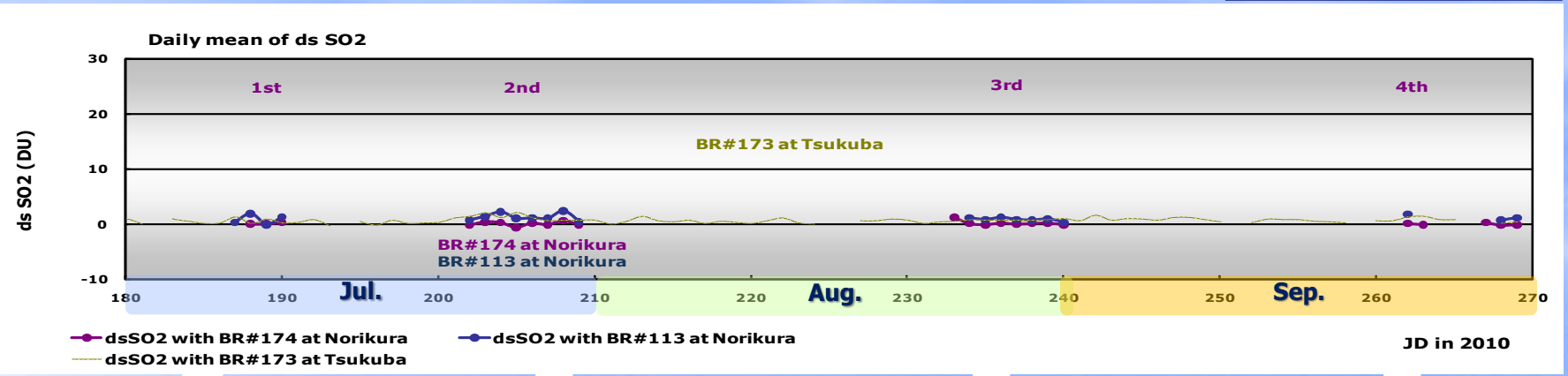


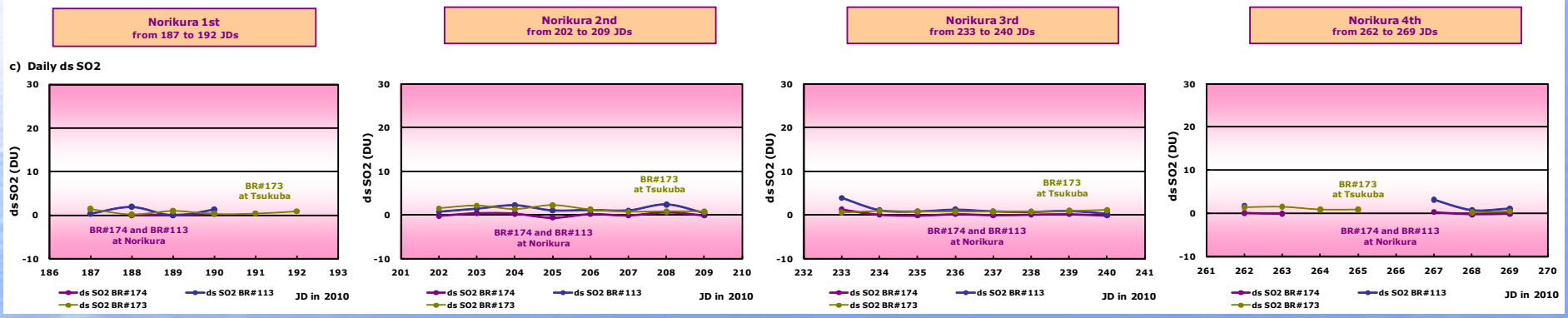


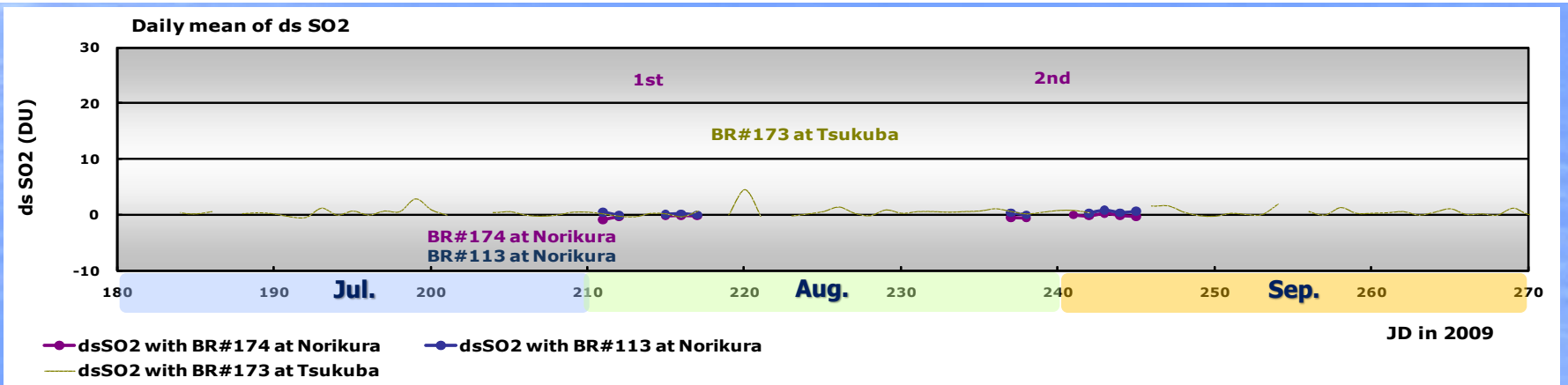


Daily mean of ds SO2 at Norikura, 2010

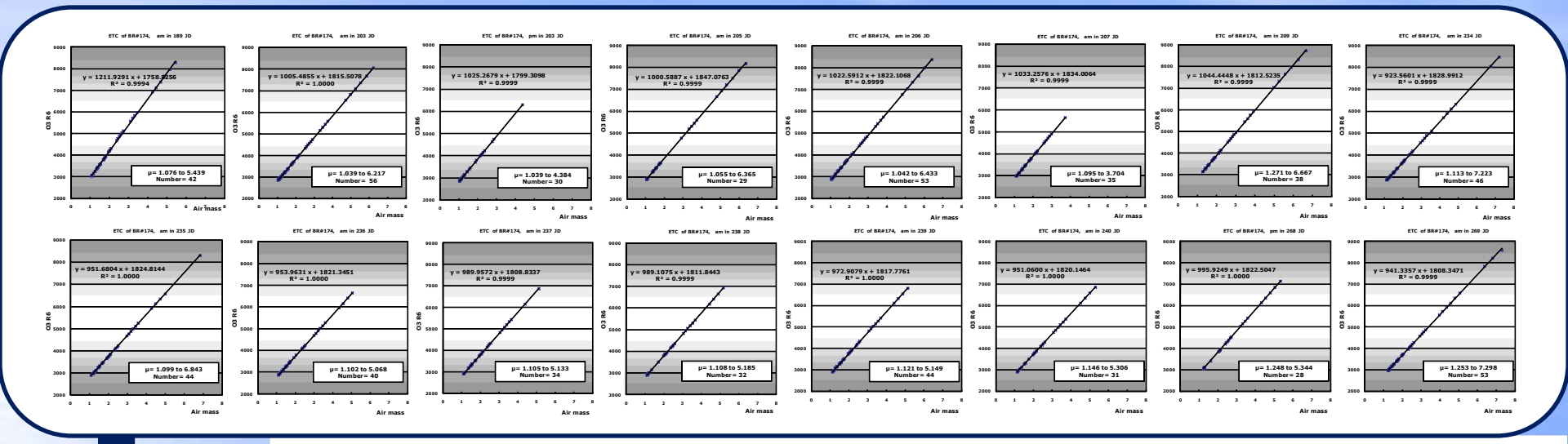
乗鞍では、
SO2は認められない。

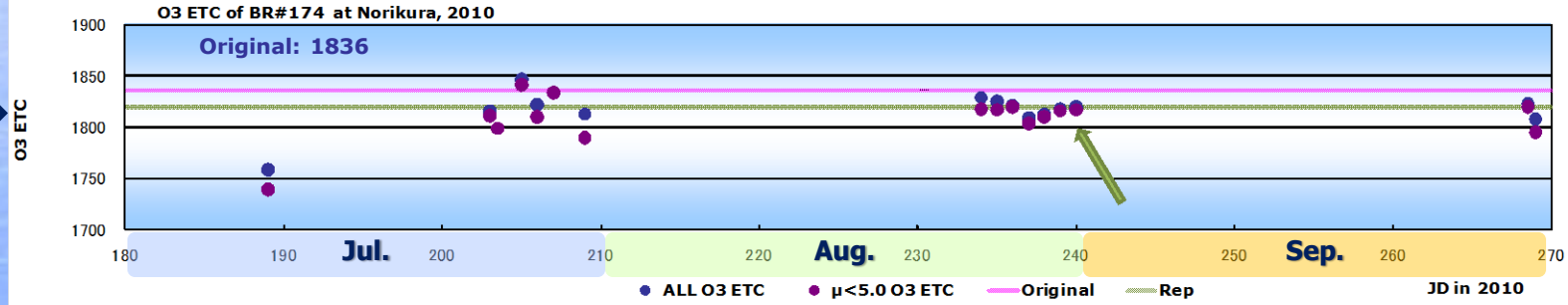


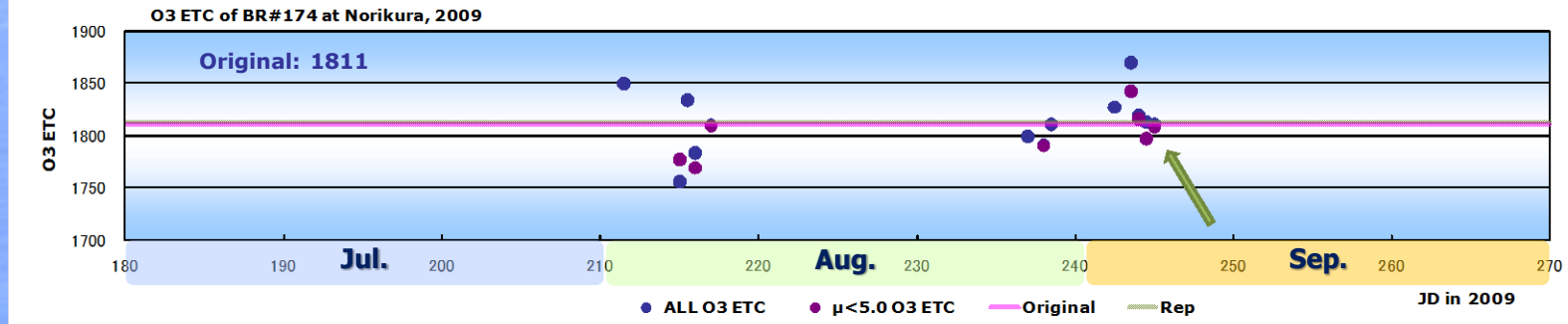




Absolute calibration for Brewer ds O3 observation at Norikura







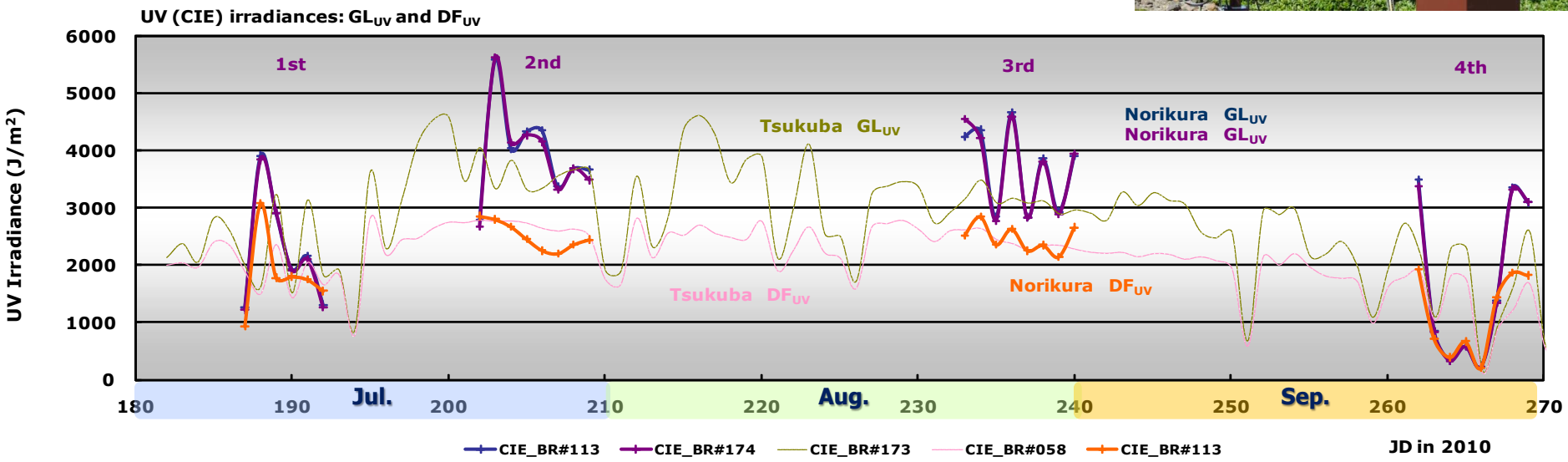
乗鞍では、
O_3 観測用常数
・・・ ほぼ一致
SO_2観測用常数
・・・ 2～5%の誤差でほぼ一致

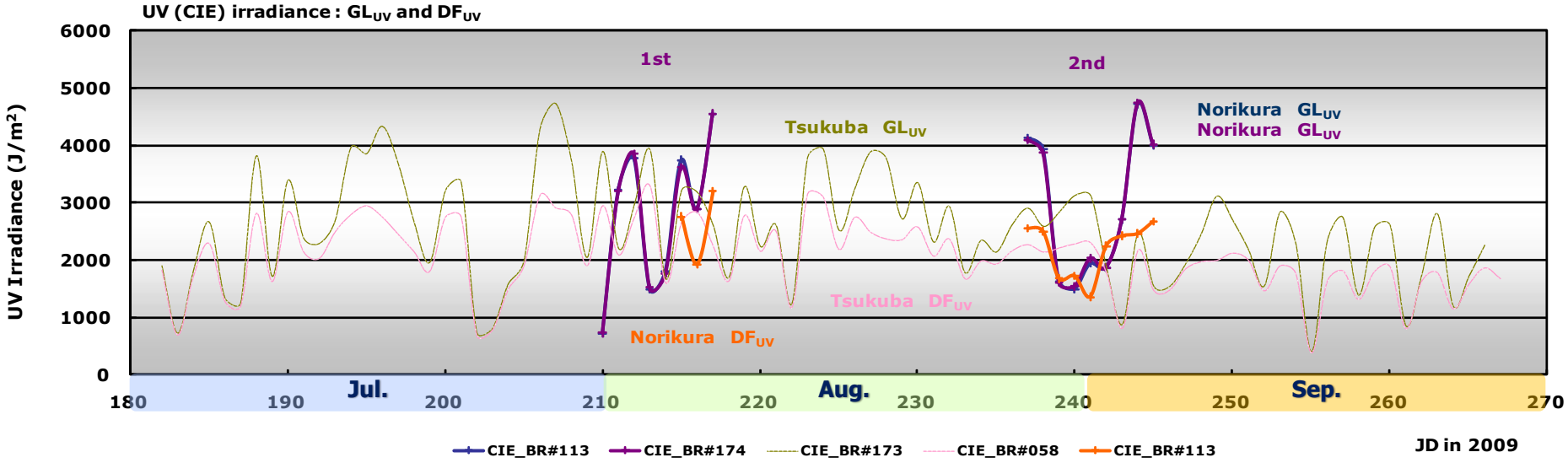
O3ETC : Extra terrestrial coefficient for the O3 wavelength combination (instrument-dependent)
dsO3 = (O3R6 – O3ETC) / (O3absn X Air mass)

Daily total UV (CIE) at Norikura

GL UV 全天紫外線量 Norikura
DF UV 散乱紫外線量 Norikura
GL UV 全天紫外線量 Tsukuba
DF UV 散乱紫外線量 Tsukuba

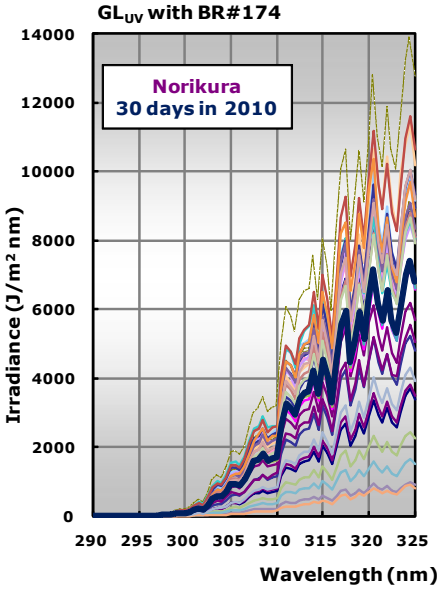
乗鞍は、つくばに対し
全天 GL_{UV}・・・・・・・・ 2010年 ＋8%　2009年＋23%
散乱 DF_{UV}・・・・・・・・ 2010年 －4%　2009年＋ 9%

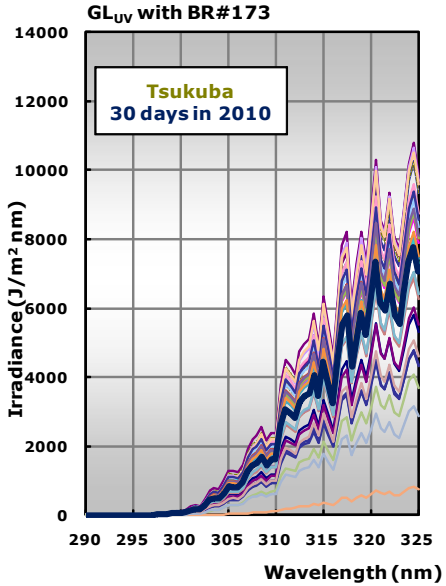


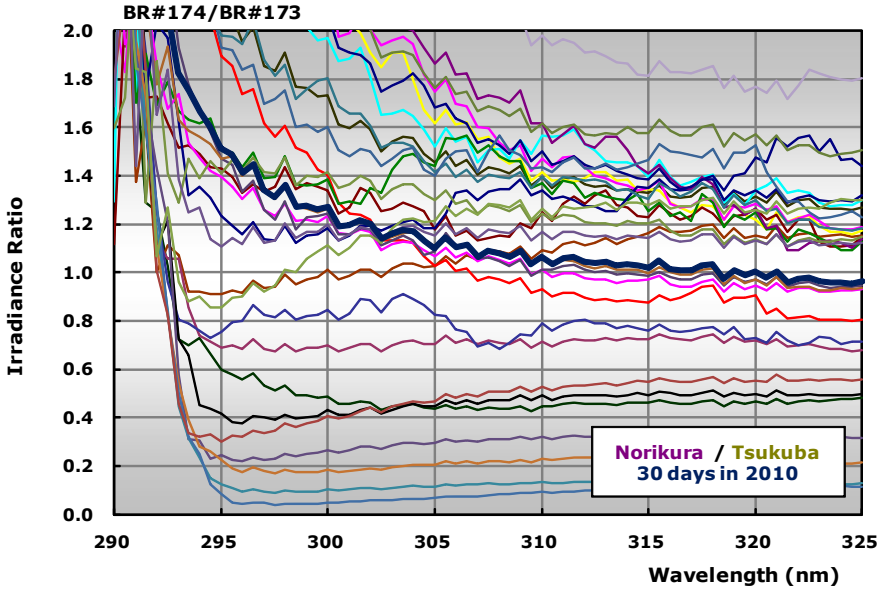


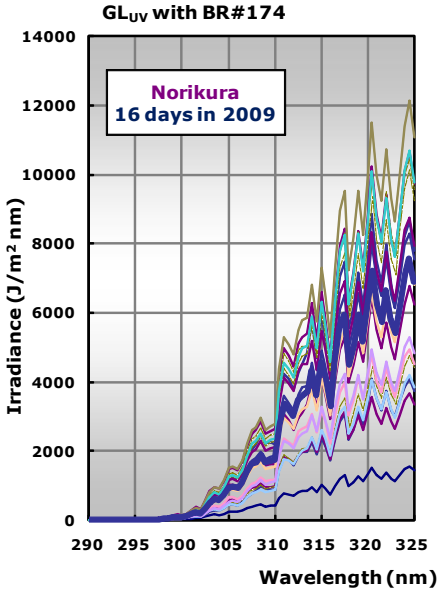
Daily global UV（CIE）spectra at Norikura

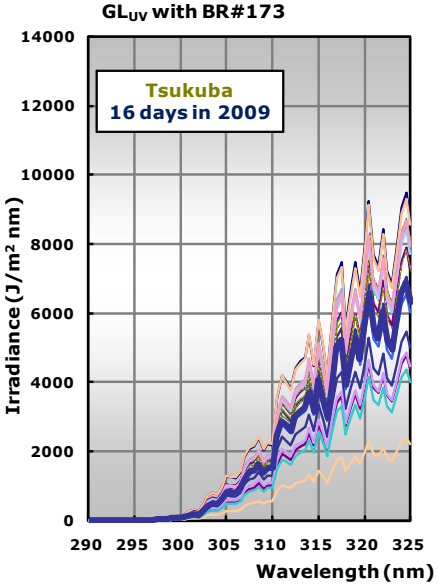
短波長帯ほど多い・・・・・・・ つくばに対し
2010年　295nm: ＋51%　325nm: － 4%
2009年　295nm: ＋34%　325nm: ＋15%

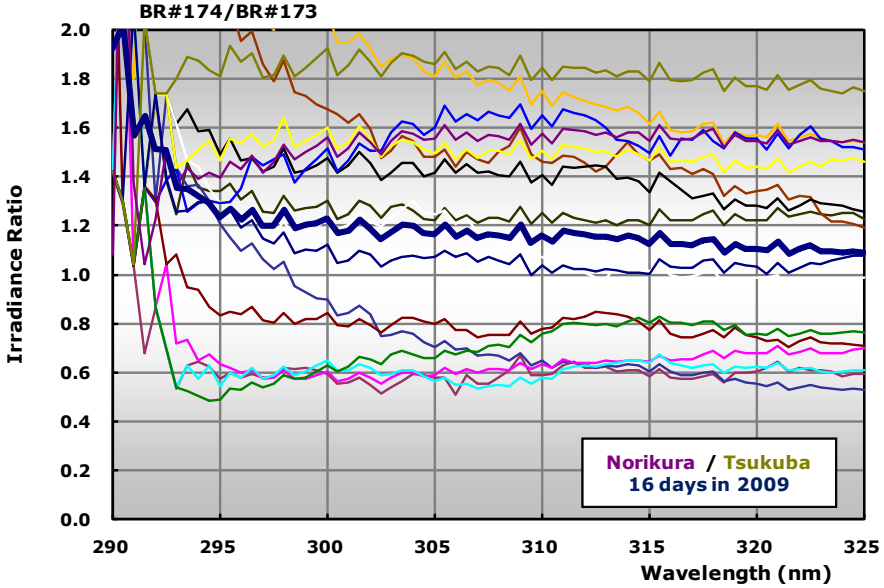








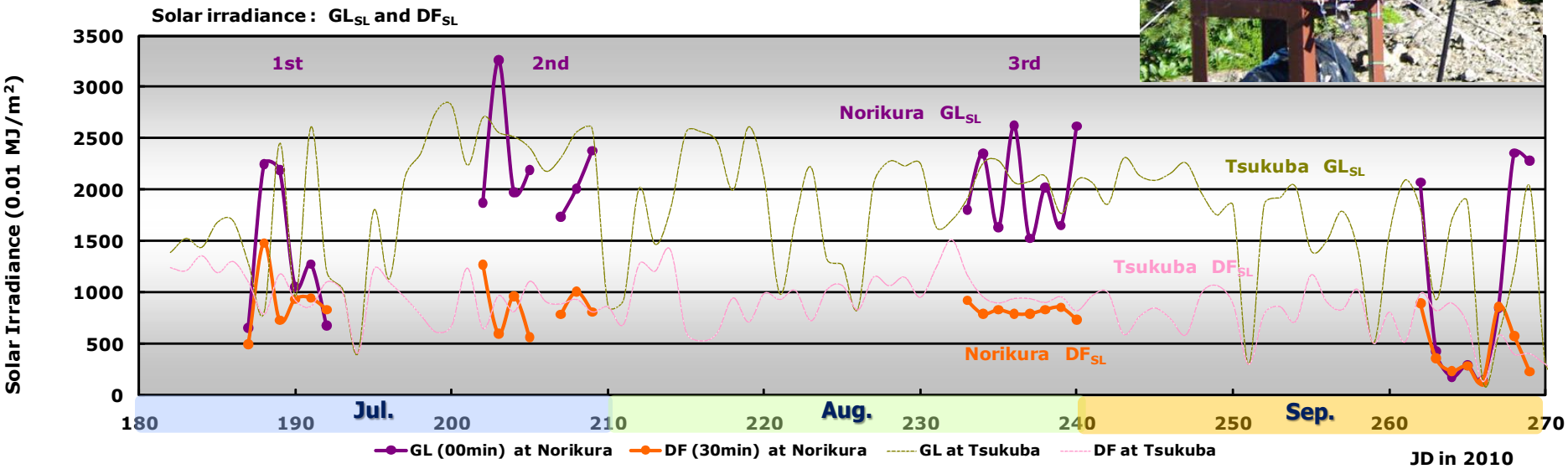


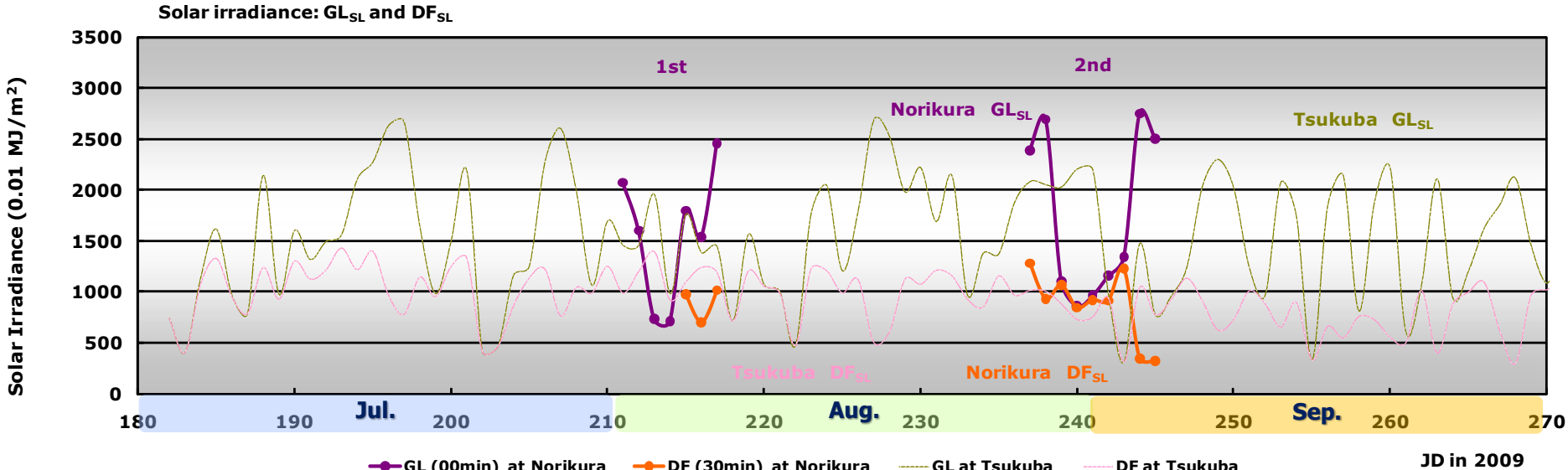


Daily total solar radiation at Norikura

GL SL 全天日射量 Norikura
DF SL 散乱日射量 Norikura
GL SL 全天日射量 Tsukuba
DF SL 散乱日射量 Tsukuba

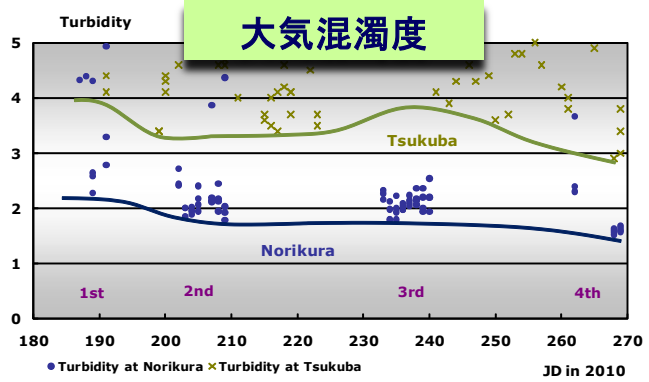
乗鞍は、つくばに対し
全天 GL_{SL} ・・・・・・・・ 2010年 −11%　2009年 ＋15%
散乱 DF_{SL} ・・・・・・・・ 2010年 − 8%　2009年 − 5%





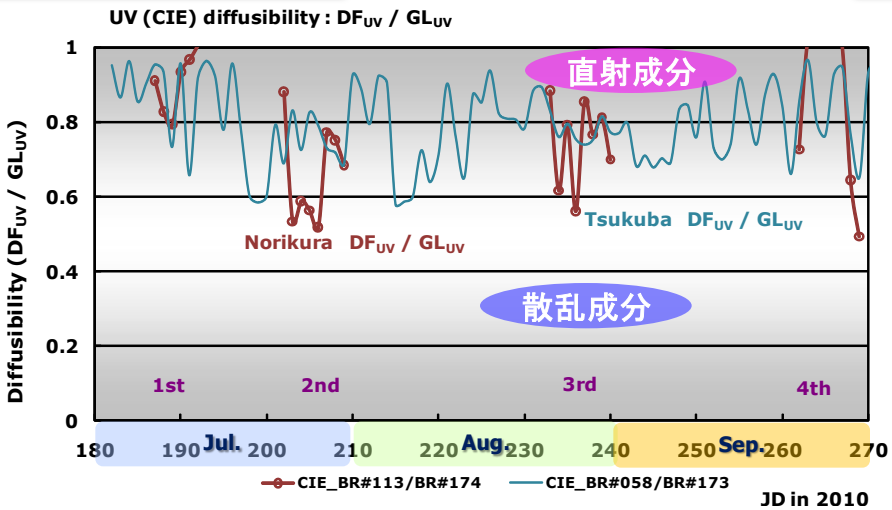
Daily diffusibility at Norikura

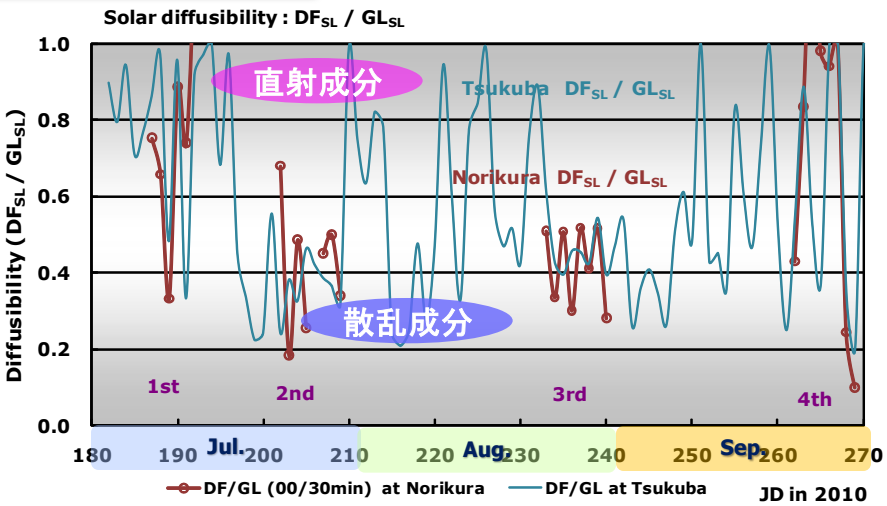
紫外線散乱率 ・・2010年（乗 0.72 つ 0.78）　2009年（乗0 .72 つ 0.83）
日射散乱率 ・・・・2010年（乗 0.58 つ 0.53）　2009年（乗 0.60 つ 0.68）
大気混濁度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 両年とも非常に低い

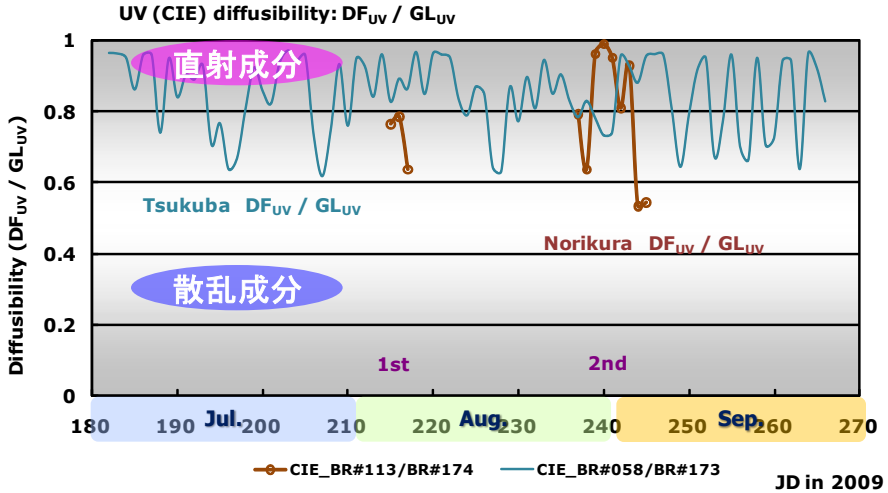


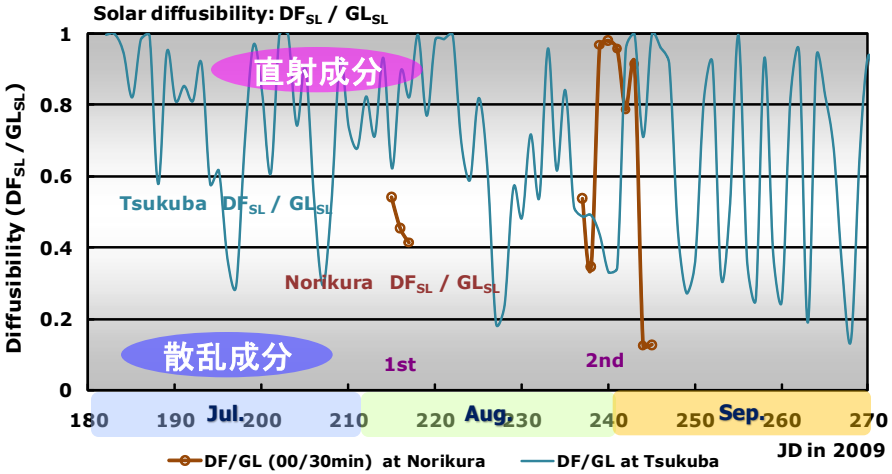
紫外線散乱率

日射散乱率









結　　果

◆ **オゾン全量 ・二酸化硫黄全量**

・つくばに対し

	オゾン全量 dsO3　少なく推移				二酸化硫黄全量 dsSO2 なし
2010年 [30]	約－6 %	乗 290 DU	つ 310 DU	変動が少ない	認められない
2009年 [16]	約－3 %	乗 283 DU	つ 291 DU	同上	同上

・観測用常数校正 ・・・・・・・・・・・・・・ 可能　（8月下旬に安定した常数）

◆ **紫外線量（例：CIE）**

・つくばに対し

	全天 GLuv　多い	散乱 DFuv 若干多目?	散乱率D Fuv/GLuv　低い	
2010年 [30]	＋ 8 （ ＋68 ）%	－ 4（ ＋ 1 ）%	乗 0.72（0.53） つ 0.78（ 0.83）	（ ）：快晴日 7/22
2009年 [12]	＋23（ ＋49 ）%	＋ 9（ ＋16 ）%	乗 0.72（0.64） つ 0.83（0.83）	（ ）：快晴日 8/26
	（つくば夏至頃の年最大値以上）		（観測例がないほど低い値）	

・短波長帯ほど多い・・・・・・・・・・・・・・・・・・ *2010年* [30]　例： 295nm ＋51%　325nm － 4%
2009年 [12]　例： 295nm ＋34%　325nm ＋15%

・高度による紫外線増加率・・・・・・・・・・・ *2010年* [30]　＋3.1 （＋25）% /1,000m　（ ）：快晴日7/22
2009年 [12]　＋8.6 （＋18）% /1,000m　（ ）：快晴日8/26

◆ **日射量・大気混濁度**

・つくばに対し

	全天 GLsl 多い?	散乱 DFsl 少ない	散乱率 DFsl/GLsl　低い	大気混濁度 非常に低い	
2010年 [30]	－11（＋27 ）%	－8（－39 ）%	乗 0.58（0.18） つ 0.53（ 0.38）	乗 1.8　つ 3.2	（ ）：快晴日7/22
2009年 [12]	＋15（＋31 ）%	－5（－ 8 ）%	乗 0.60（0.35） つ 0.68（ 0.49）	同上	（ ）：快晴日8/26
	（つくば夏至頃最大値）		（つくば最低の冬季より低い）	（つくば冬季の最低値）	

◆ **その他各種試験**　・分光常数試験等、ほとんどの試験が可能

◎ **前年*2009年*の結果（オゾンの変化が少ない、晴天日には紫外線が非常に多い、紫外線の散乱率が低い、水蒸気やエーロゾルが少ない、二酸化硫黄も認められない、等々）をほぼ裏付けることができ、乗鞍は、RBCC-Aによる「オゾン観測用常数校正」や「紫外線の比較観測」等に適していると考えられます。**

（問題点） 天候（安定した快晴日が連続して必要）・・・・・・・8月中旬～下旬が最良？
今後、より長期間の連続データを収集し、季節変化や年変化を把握したいと考えております。

おわりに

本共同利用研究では、乗鞍観測所を使用させていただき厚くお礼申し上げます。瀧田所長さんをはじめ、下平さん、石塚さん、山本さん、上松さん、牛丸さんの皆様にご指導を賜るとともに、大変お世話になりました。　ここに厚くお礼申し上げます。