

乗鞍岳におけるブリュワー分光光度計を使用した オゾン・紫外線の観測 2011年

Observations of total ozone and UV solar radiation
with Brewer spectrophotometer on the Norikura mountains in 2011.

伊藤真人*・清水 悟*・能登美之*・瀧田正人**・下平英明**・石塚秀喜**

M. Ito*, S. Shimizu*, Y. Noto*, M. Takita**, H. Shimodaira** and H. Ishitsuka**



* 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

査定額:なし

経緯

- ◆ ブリュウワー分光光度計 (Brewer Spectrophotometer) の「アジア地区校正センター WMO/RBCC-A (Regional Brewer Calibration Centre, Asia)」の設立の要望

-----> 国内における O_3 ・ SO_2 観測用常数の校正、高精度なUV比較観測の可能性

- ◆ 世界的に「高地のUV・ O_3 」の詳細は不明

-----> 紫外線予測・気候モデルの高精度化、健康への影響

2009年より開始

乗鞍観測所 36.11N 137.56E 2,772m

地区センターの条件

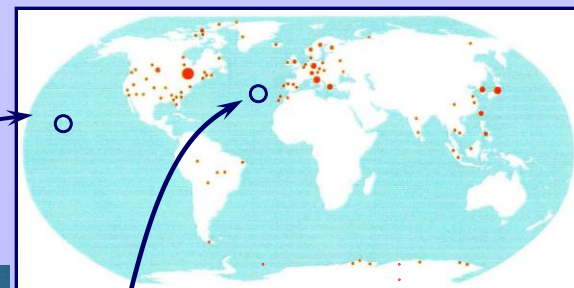
- ・ 中～低緯度の高地
- ・ 汚染物質、エアロゾル、火山ガスなし
- ・ 快晴日が多い
- ・ 天空開放度が良
- ・ 雷、風の影響を受けにくい
- ・ 測器搬入可能、電源施設等

研究目的

乗鞍において

- ① 高地の O_3 ・ SO_2 ・UV量を把握
- ② O_3 ・ SO_2 観測用常数を校正
- ③ 各種測器作動試験、自然環境(日射量等)を把握

Mauna Loa 世界標準の校正
19.53N 155.58W 3,397m
(MSC, Canada)



Brewer Network

アジア地区の測器数 : (52)/199
最新測器 No. : BR#211

アジア諸国保有台数

日本 (18) 中国 (9) 韓国 (5)
インド (5) 台湾 (3) ベトナム (3)
タイ (2) インドネシア (2) イラン (1)
マレーシア (1) ネパール (1)
フィリピン (1) UAE (1)

WMO/RBCC-E ヨーロッパ地区校正センター

Izaña Observatory, Spain

28.29N 16.49W 2,367m



ブリューワー分光光度計 MKIII

<観測の種類>

- ◆ GLuv <全天 波長別 UV量 Global UV radiation>
(290.0 - 325.0 nm /0.5nm) (286.5 - 363.0 nm /0.5nm)
- ◆ ds O₃/ds SO₂ <直射光オゾン・二酸化硫黄全量 Total O₃ and SO₂>
- ◆ zs O₃/zs SO₂ <天頂光オゾン・二酸化硫黄全量 Zenith sky total O₃ and SO₂>
- ◆ 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 O₃ and SO₂>

GLuv Global UV radiation
全天紫外線

選択プリズム
Zenith Prism

dsO₃/dsSO₂
Total O₃ and SO₂
オゾン・二酸化硫黄

前置光学系
Foreoptics

光電子増倍管
Photomultiplier

分光器
Spectrophotometer

UVプリズム
UV Port

絞り装置覗き穴
Iris Viewport

フィルター #1 #2
Filterwheel #1 & #2

入ロースリット覗き穴
Entrance Slit Viewport

Optical Elements

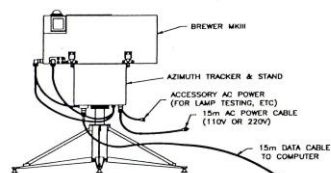
シャッタースリット
Slitmask

回折格子 #1
Grating #1

回折格子 #2
Grating #2

凹面鏡 #1
Spherical Mirror #1

凹面鏡 #2
Spherical Mirror #2



Kipp & Zonen (2011) を改変

UV Quartz Dome

Quartz Window

RS422

Tripod

Azimuth Trucker

Front view

<測定仕様>

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
Zenith tracking resolution : 0.13° step⁻¹
Power : 120/240VAC 2A 50/60Hz
Interface : RS422

Side view

乗鞍における観測スケジュール（2009～2011）

			June										August										September																																													
			29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	
Year	Inst.	Obs.																																Total																																		
2009	BR#113	UV/O ₃ /SO ₂																															12 (16)																																			
	BR#174	Calibration																															12 (16)																																			
	CM21/CH1	Solar																															12																																			
2010	BR#113	UV/O ₃ /SO ₂																															30																																			
	BR#174	Calibration																															30																																			
	CM21/CH1	Solar																															30																																			
2011	BR#060	UV/O ₃ /SO ₂																															75																																			
	BR#174	Calibration																															15																																			
	BR#113	Calibration																															15																																			
	CM21/CH1	Solar																															15																																			

Observation (UV/O₃/SO₂)
 Calibrations
 Observations (Solar Radiation)

◆ ブリュウワー分光光度計 <BR#060, BR#174, BR#113>

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

O₃/SO₂ 直射光オゾン・二酸化硫黄全量
 Direct sun total O₃ and SO₂

◆ 全天日射計 <Pyranometer CM21>

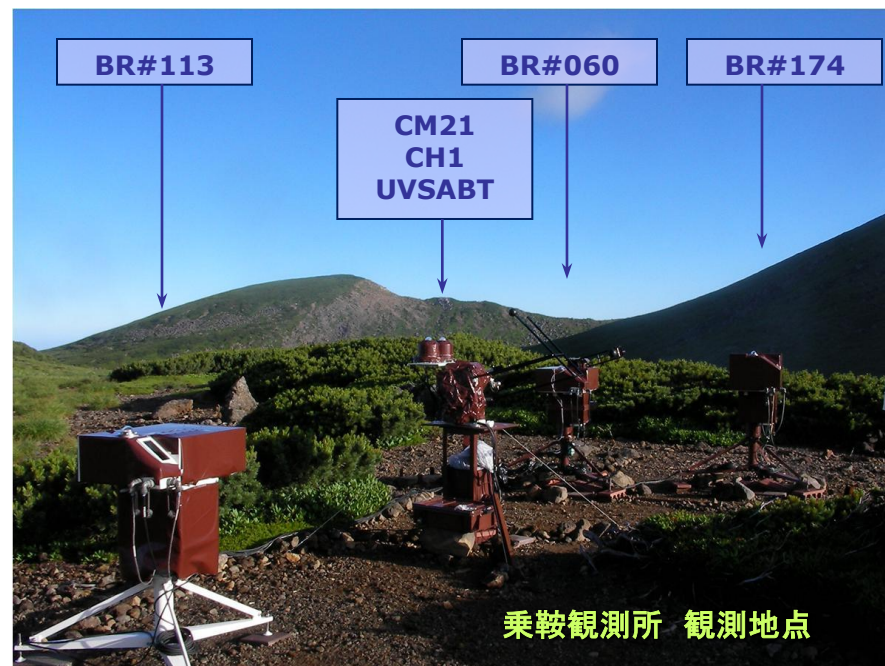
Solar (GL_{SL}・DF_{SL}) 全天・散乱日射量
 Global and diffuse solar radiations

◆ 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 <UV radiometer UVSABT>

GL_{UVAB} 全天UV量(UVA・UVB)
 Global UVA and UVB radiations

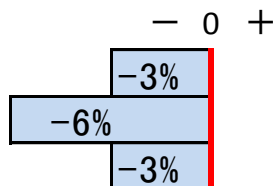


乗鞍観測所 観測地点

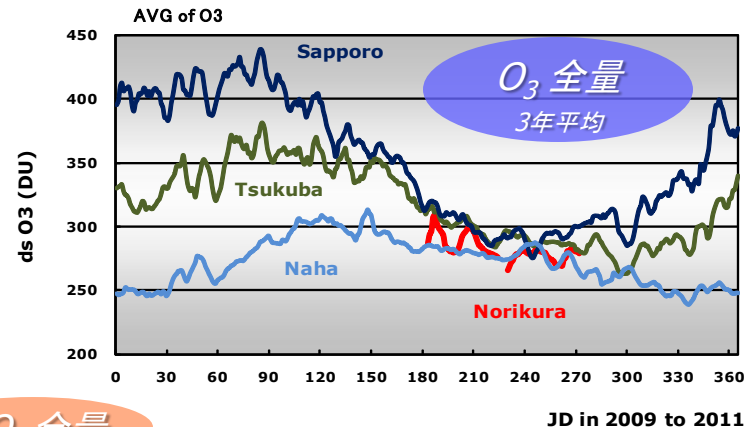
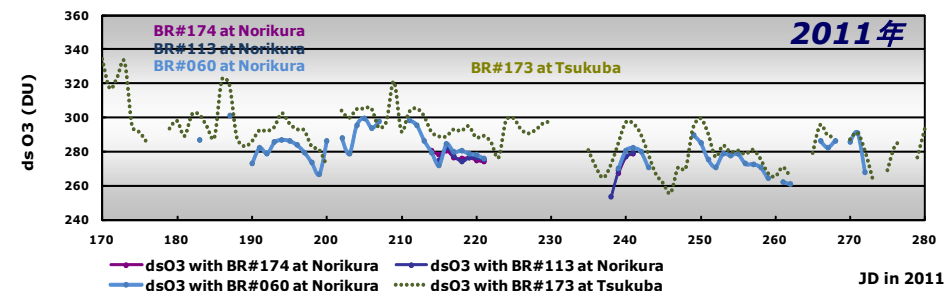
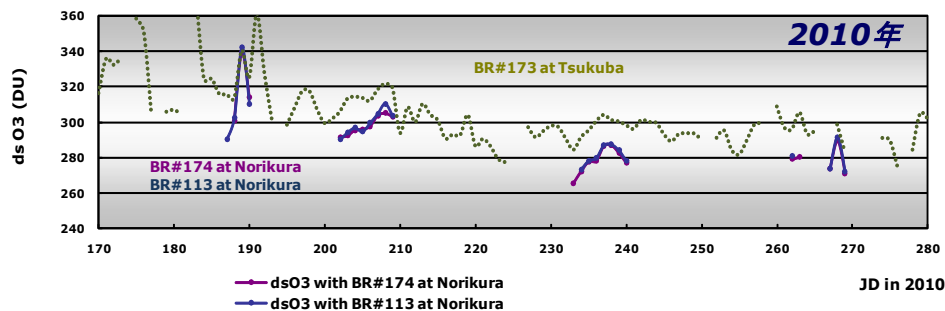
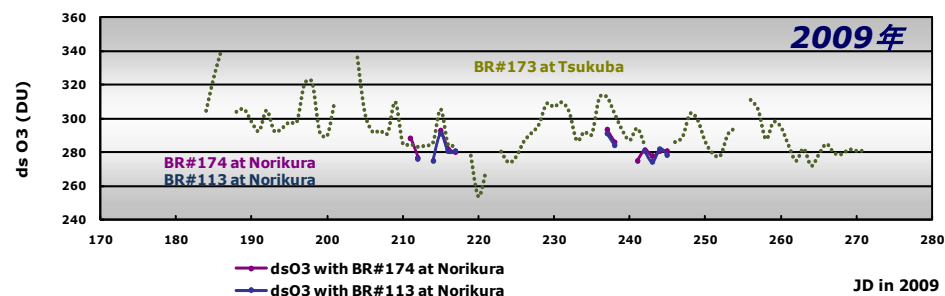
乗鞍における O_3 全量 と SO_2 全量 日平均値の推移 (2009 ~ 2011年)

O_3 全量: 乗鞍は、つくばに対し

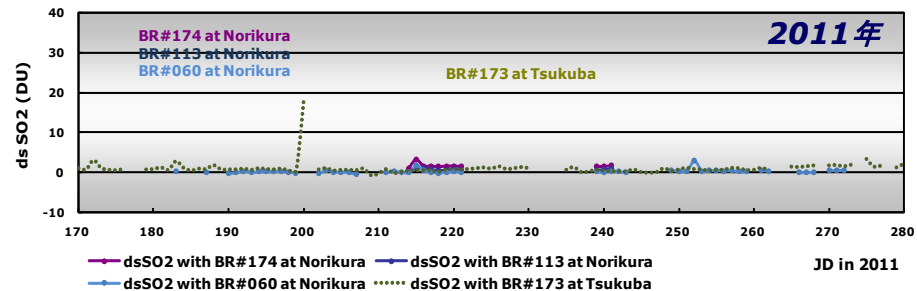
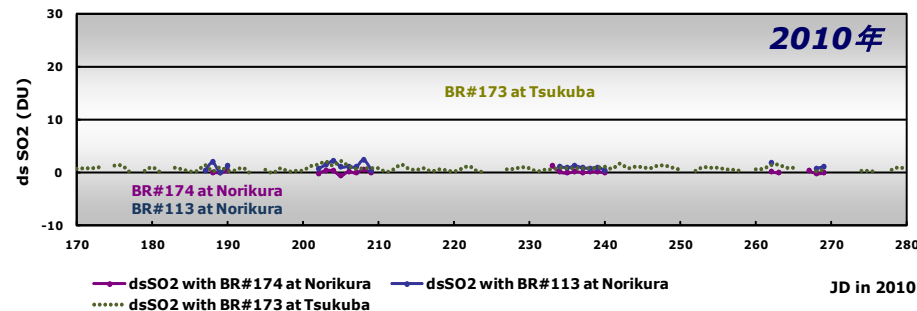
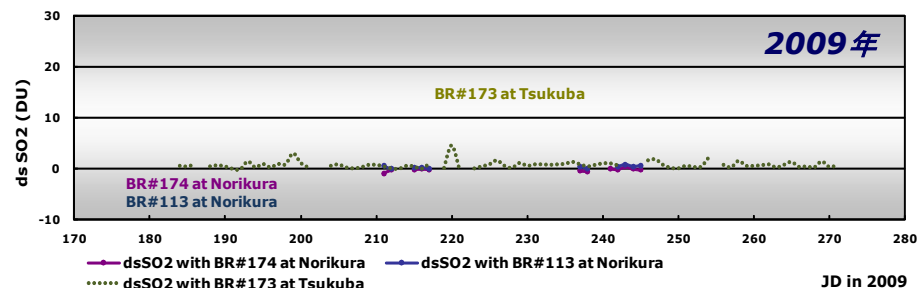
2009年
2010年
2011年



O_3 全量



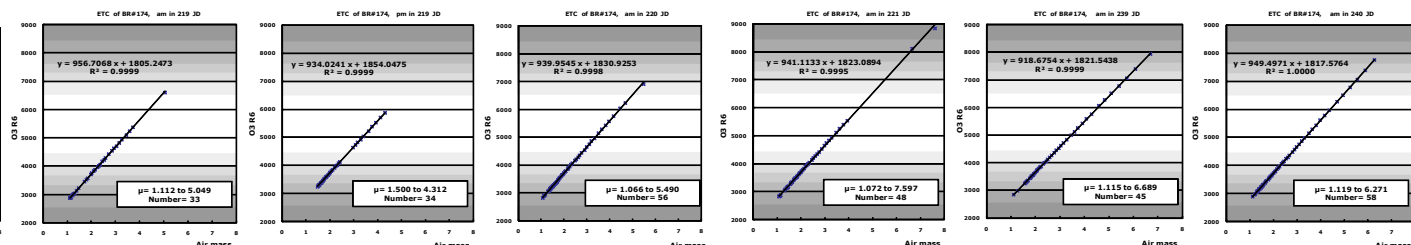
SO_2 全量



乗鞍における O_3 ・ SO_2 観測用常数 ETC (Extra-Terrestrial Coefficients) の絶対検定 2009 ~ 2011年

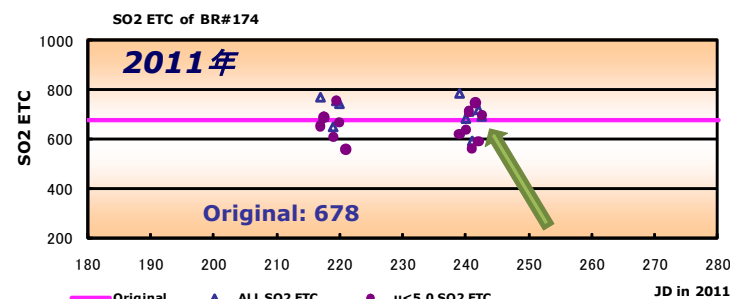
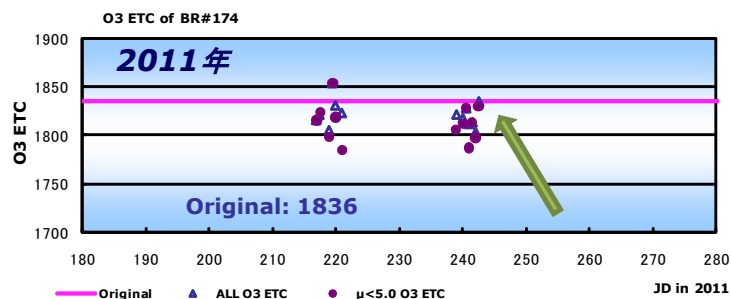
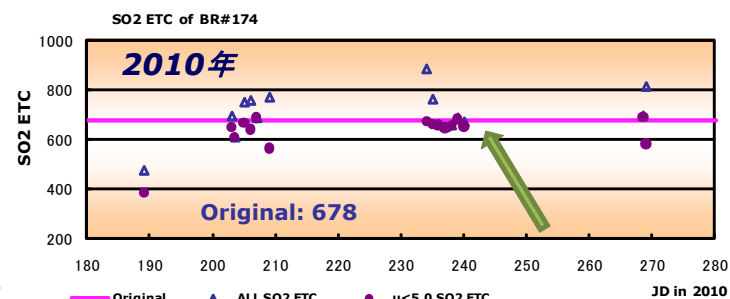
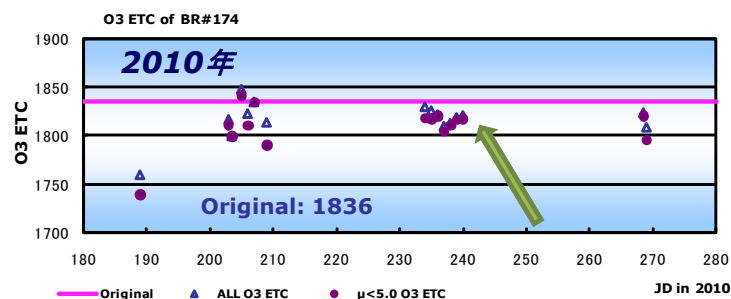
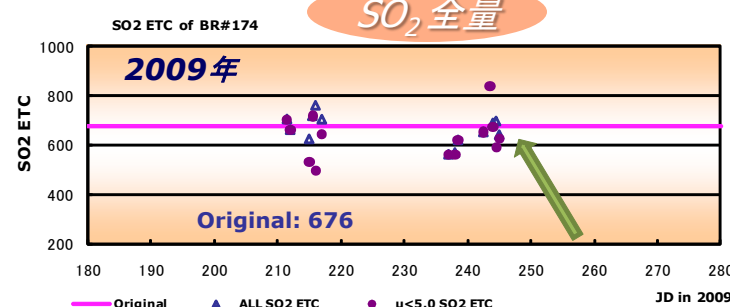
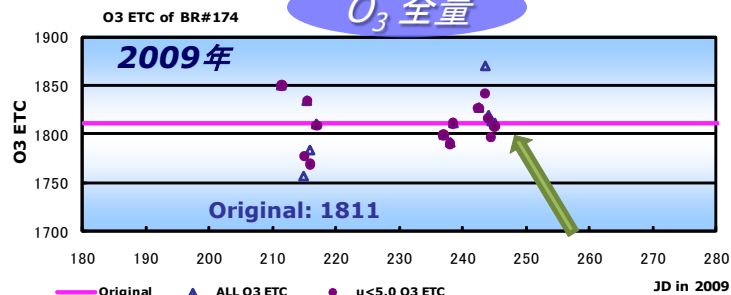
オゾン二重比

大気路程



O_3 全量

SO_2 全量

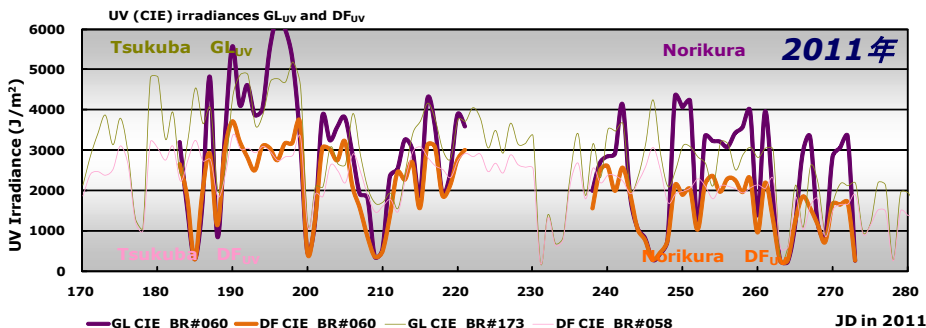
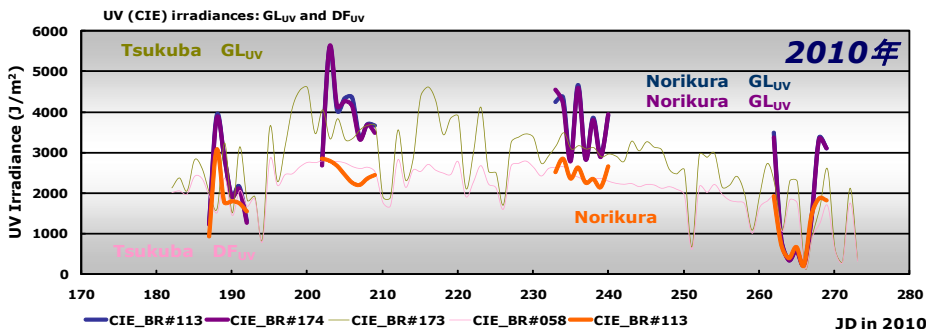
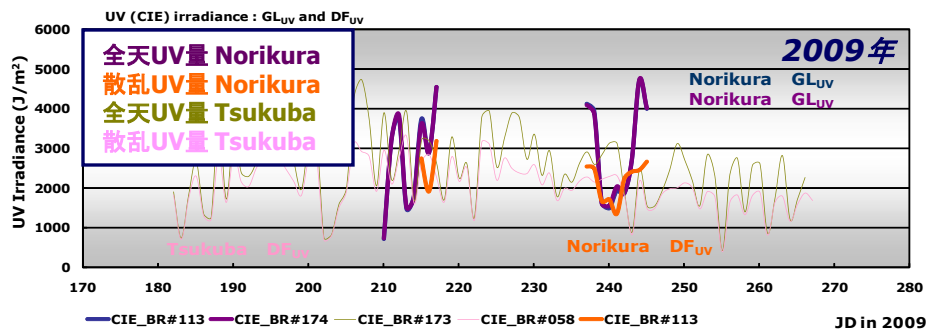
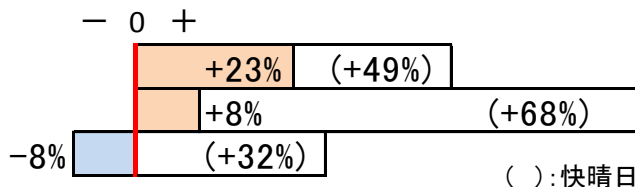


乗鞍における UV(CIE)量 と 日射量 の日積算値の推移 2009 ~ 2011 年

UV(CIE)量

乗鞍は、つくばに対し

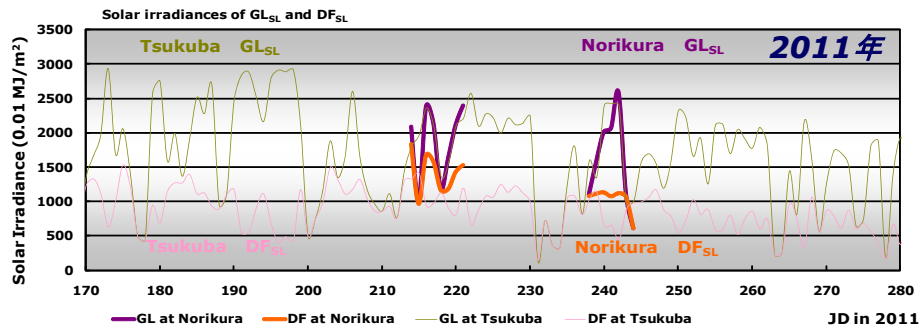
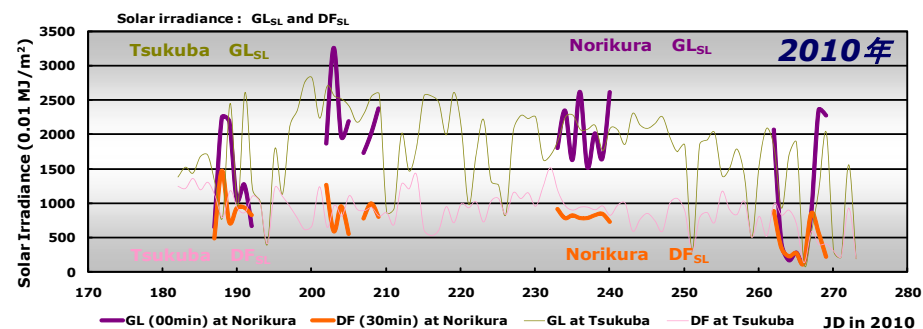
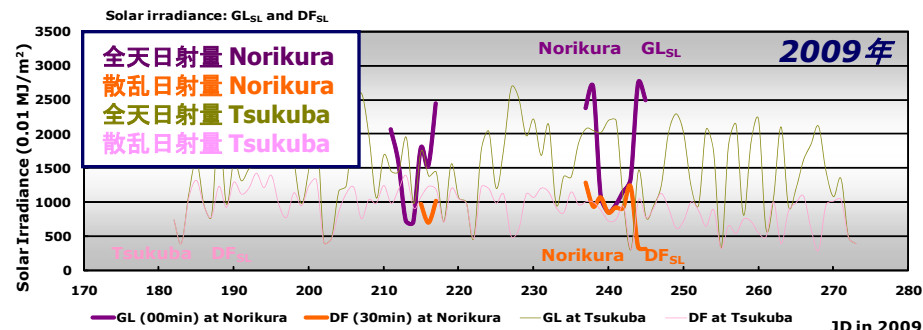
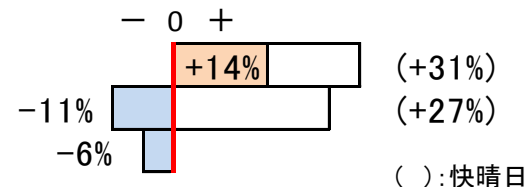
2009年
2010年
2011年



日射量

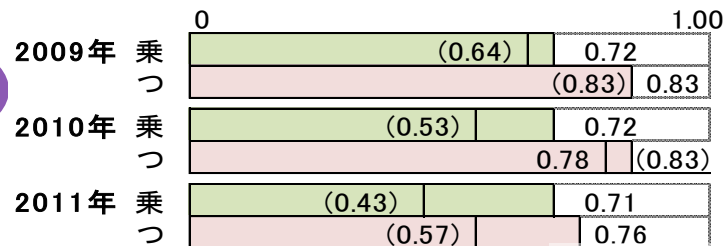
乗鞍は、つくばに対し

2009年
2010年
2011年

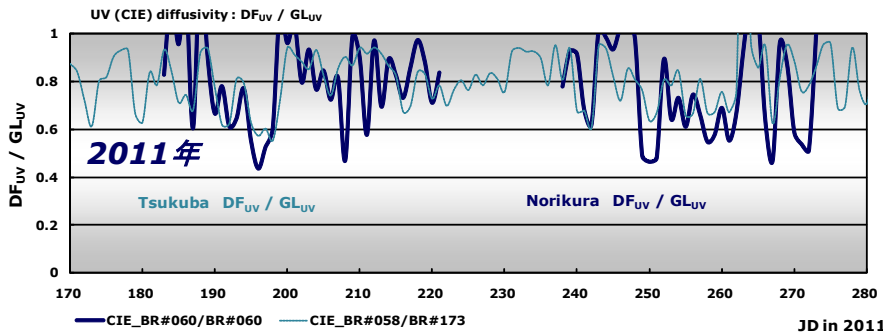
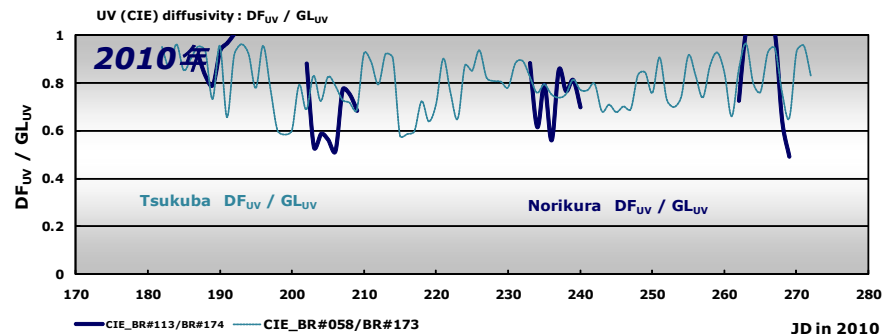
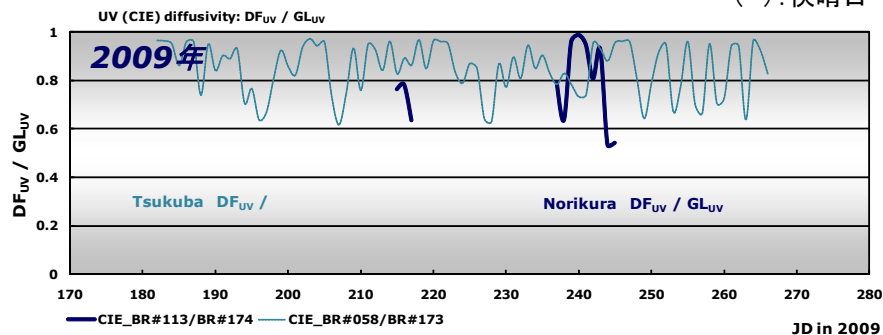


乗鞍における UV 散乱率 と 日射散乱率 の推移 2009 ~ 2011 年

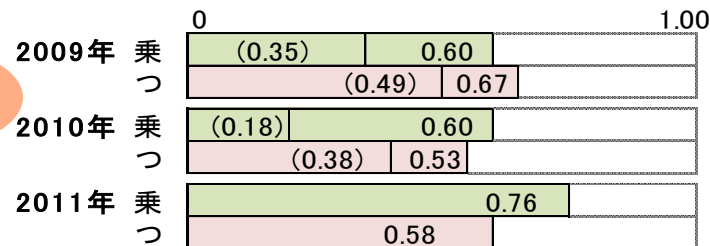
UV (CIE)
散乱率



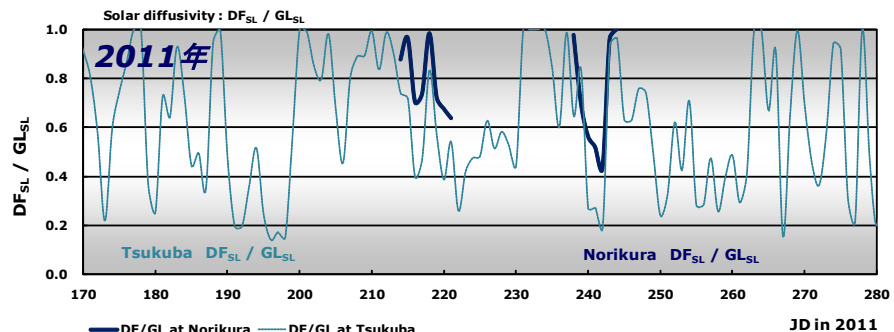
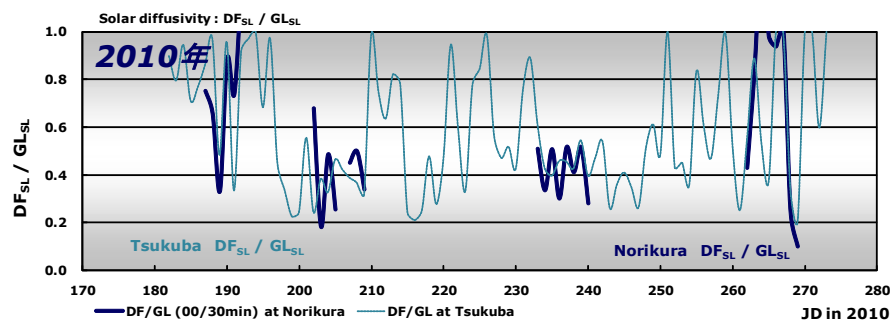
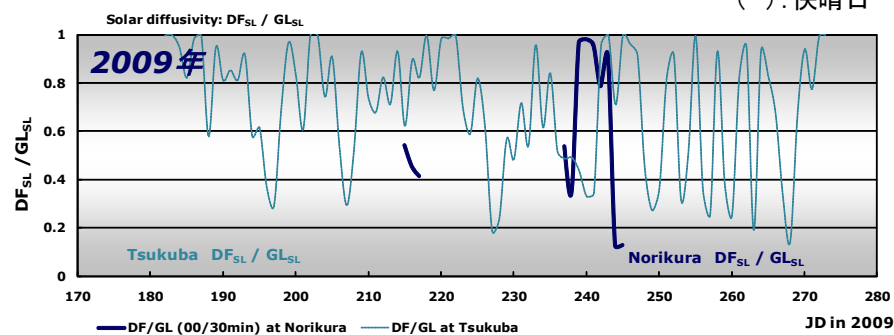
(): 快晴日



日射
散乱率



(): 快晴日

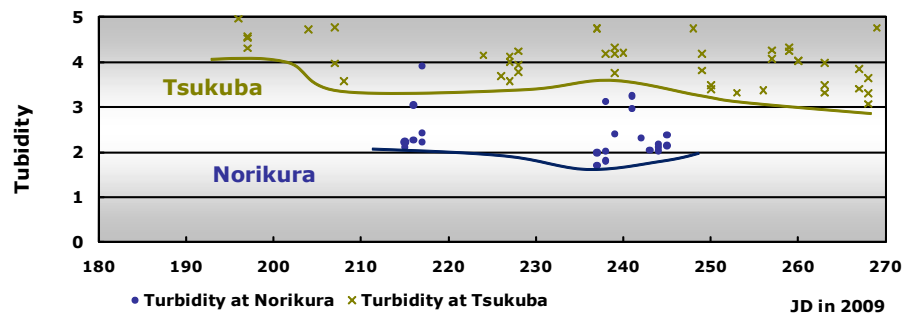


乗鞍における大気混濁度の推移 2009 ～ 2011 年

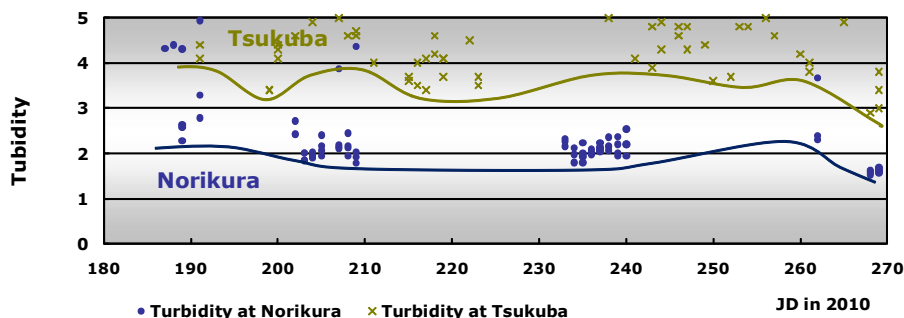
大気混濁度

大気混濁度 つくばの冬季、南極昭和とほぼ同じ

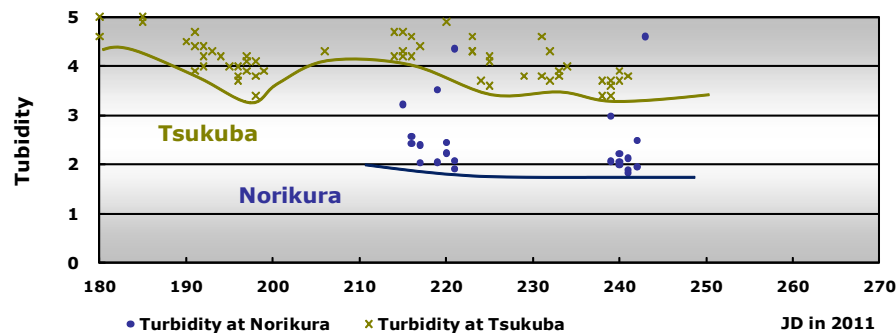
2009年



2010年



2011年



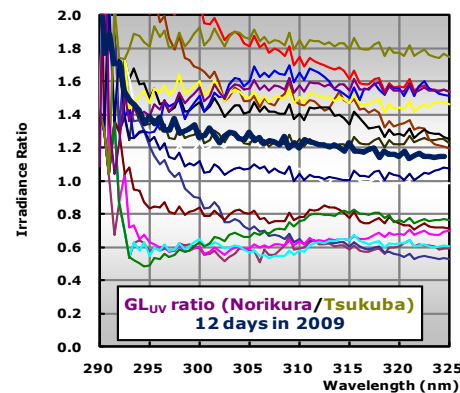
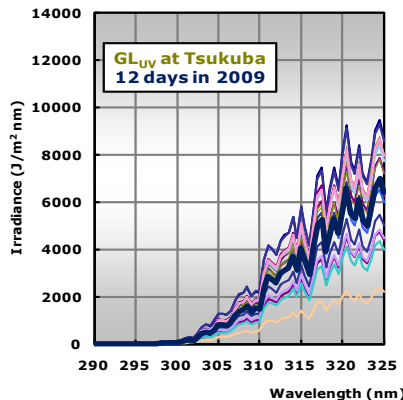
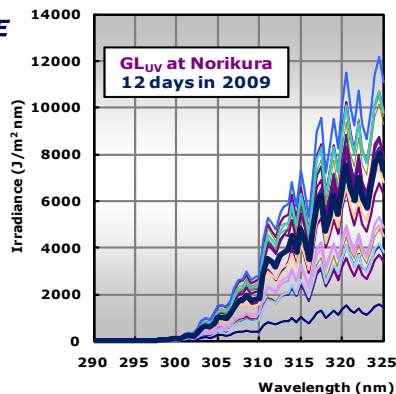
乗鞍における UVスペクトル 2009 ~ 2011 年 (重ね書き)

乗鞍

つくば

乗鞍 / つくば

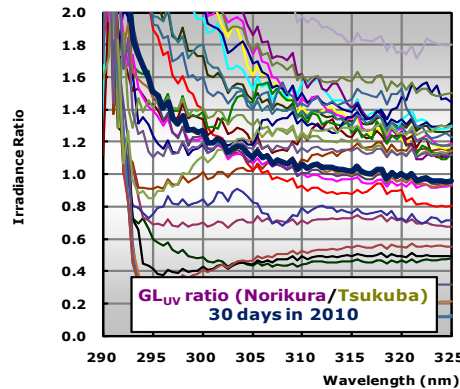
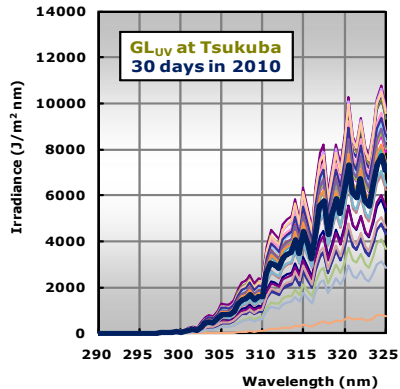
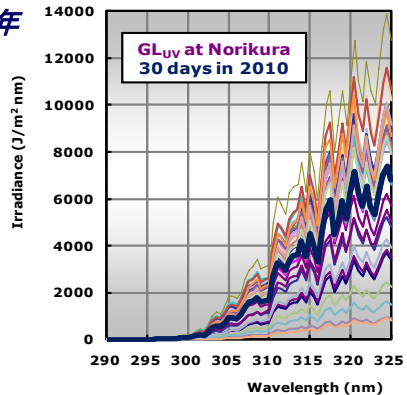
2009年



短波長帯ほど多い
..... 乗鞍はつくばに対し

	295nm	325nm
2009年	+34	+14
2010年	+51	- 4
2011年	+31	-13
	%	

2010年

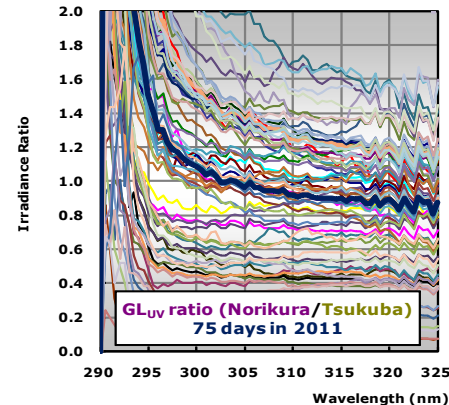
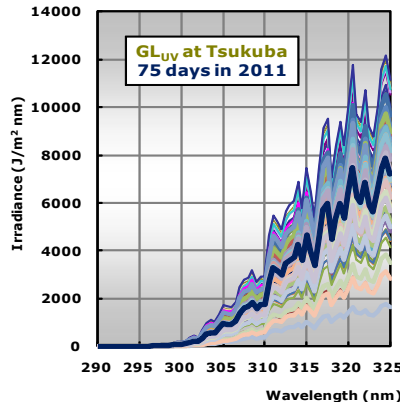
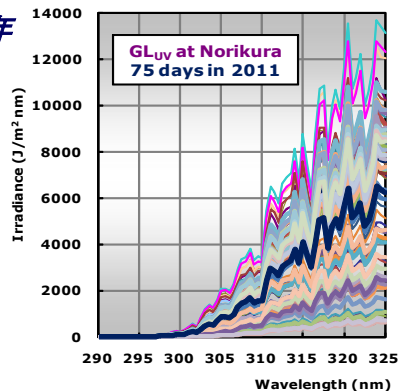


高度によるUV(CIE)増加率

2009年	+8.6 (+18)% / 1,000m
2010年	+3.1 (+25)% / 1,000m
2011年	-2.9 (+12)% / 1,000m

(): 快晴日

2011年

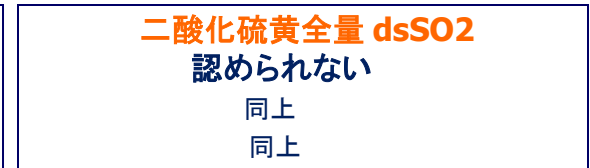
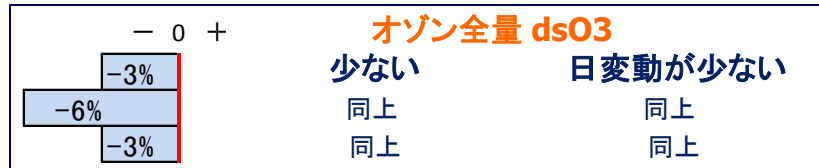


観測結果

(): 快晴日 [] : 観測日数

◆ オゾン全量・二酸化硫黄全量

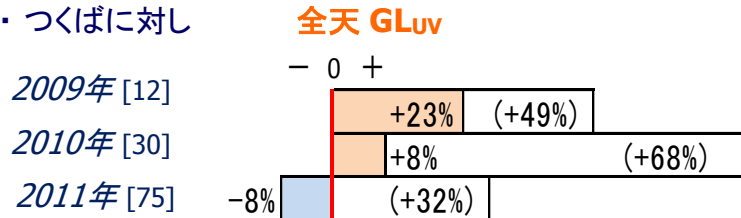
- つくばに対し
2009年 [16]
2010年 [30]
2011年 [75]



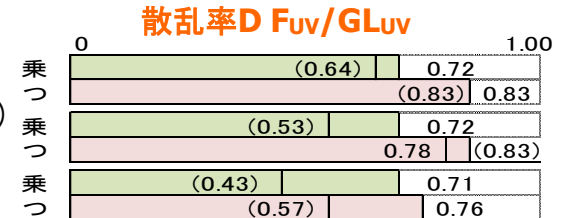
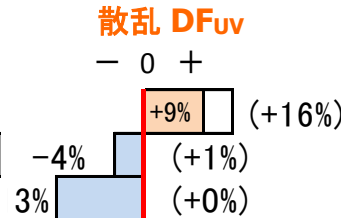
- 観測用常数校正 ほぼ可能 (8月下旬に安定した常数)

◆ 紫外線量 CIE

- つくばに対し



(快晴日: つくば夏至頃の年最大値以上)



(快晴日: 観測例がないほど低い)

- 短波長帯ほど多い..... 2009年 [12]
2010年 [30]
2011年 [75]

例: 295nm +34% 325nm +14%
例: 295nm +51% 325nm -4%
例: 295nm +31% 325nm -13%

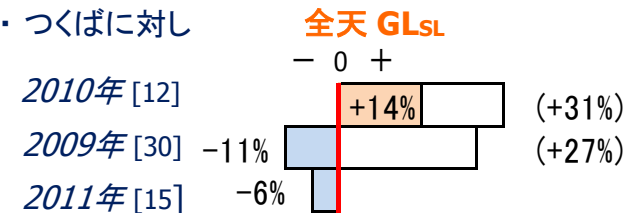
- 高度による紫外線増加率..... 2009年 [12]
2010年 [30]
2010年 [75]

+8.6 (+18)% / 1,000m
+3.1 (+25)% / 1,000m
-2.9 (+12)% / 1,000m

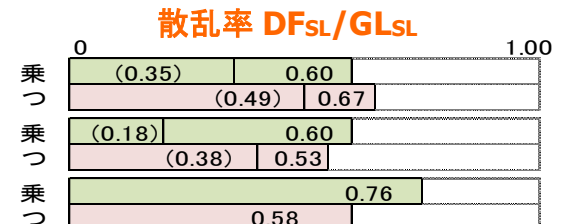
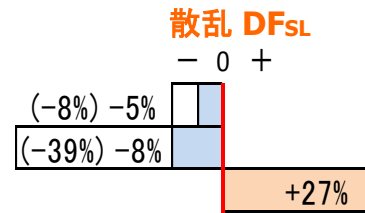
(): 快晴日8/26
(): 快晴日7/22
(): 快晴日7/15

◆ 日射量

- つくばに対し



(快晴日: つくば夏至頃最大値)



(快晴日: つくば最低の冬季より低い)

◎ 研究結果総括

- ◆ 晴天日にUV量が非常に多い(短波長ほど)
- ◆ UVの散乱率が低い
- ◆ オゾン全量が少なく、日変化も少ない

問題点

- ◇ 経年変化や季節変化が不明
- ◇ 標高に対する精確なUV増加率が判らない
----- ① ② ③

◎ アジア地区校正センターの可能性

- ◆ ほぼ可能

問題点

- ◇ 準器の常数を毎年提示する必要
- ◇ 世界的常数校正技術の統一化
----- ① ② ④

今後の研究計画

① 観測の継続

UV・O₃・SO₂の経年変化
観測用常数の経年変化

② 閉所期間における観測の試み

遠隔操作技術の開発
太陽パネル等による電源供給技術の開発

③ 詳細なデータ解析

精確な高地UV増加率
対流圏O₃の把握、衛星データとの比較等々

④ 世界準器の常数校正に参加

世界的校正方法の統一
校正技術の研究・開発

END