

VERA 4局(水沢・入来・小笠原・石垣)のSecZ測定の結果

新谷元信、鹿児島大学VERAグループ、国立天文台VERAプロジェクトチーム

概要

電波望遠鏡による観測では、大気中の水蒸気によって見た目の電波強度が変化し、減衰を受ける。これらの大きさはSecZ法という測定方法で評価される。

大気の光学的厚さ τ_0 とシステム雑音温度 T_{sys} は次のようにもとまる。

$$P_{sky} = k(T_{sky} + T_{rx}) \quad P_R = k(T_R + T_{rx})$$

P_{sky} : 大気のパワー
 P_R : 電波吸収体のパワー
 k : アンテナ温度とパワーの間の変換係数
 T_{sky} : 大気を測定したときのアンテナ温度
 T_{rx} : 電波吸収体を測定したときのアンテナ温度

これより

$$T_{rx} = T_R \frac{1 + \sigma}{P_R / P_{sky} - 1} \quad \sigma = \frac{P_R}{P_{sky}} \frac{T_{sky}}{T_R}$$

となる。また、次式
 $T_{sky} = T_{sky}(Z=0) \tau_0 \sec Z$
 Z : 頂点とアンテナのEL方向とのなす角

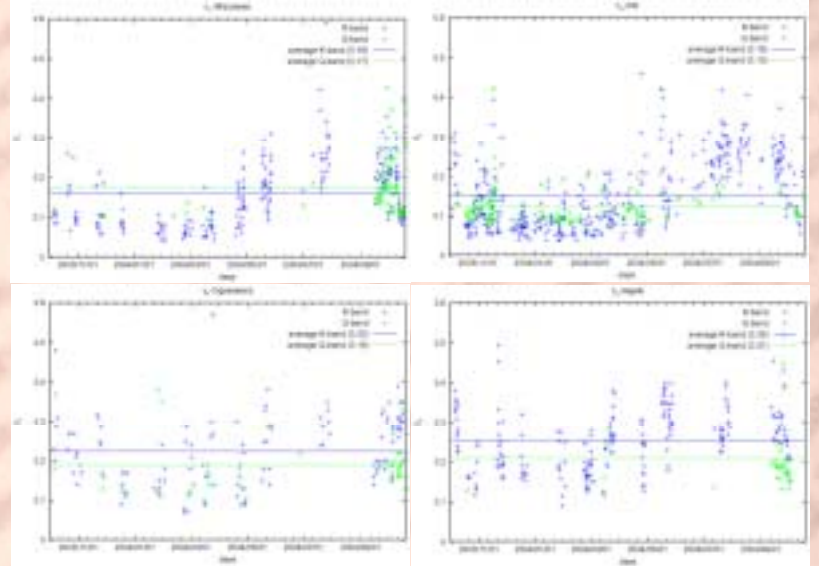
より T_{sky} と τ_0 が求まる。また T_{sys} は
 $T_{sys} = T_{RX} + T_{sky}$
 から求められる。

VERA4局(水沢・入来・小笠原・石垣)でSec(Z)測定された2003年10月1日から2004年10月20日までのデータの結果である。測定はKバンド(2.2GHz帯)とQバンド(4.3GHz帯)で行われた。

大気の光学的厚さ τ_0 の日ごとの変化

光学的厚さ τ_0 を通日に対してプロットした。7, 8, 9月ごろで値が大きくなっている。

青と緑のラインはK-band, Q-bandそれぞれの平均値である。

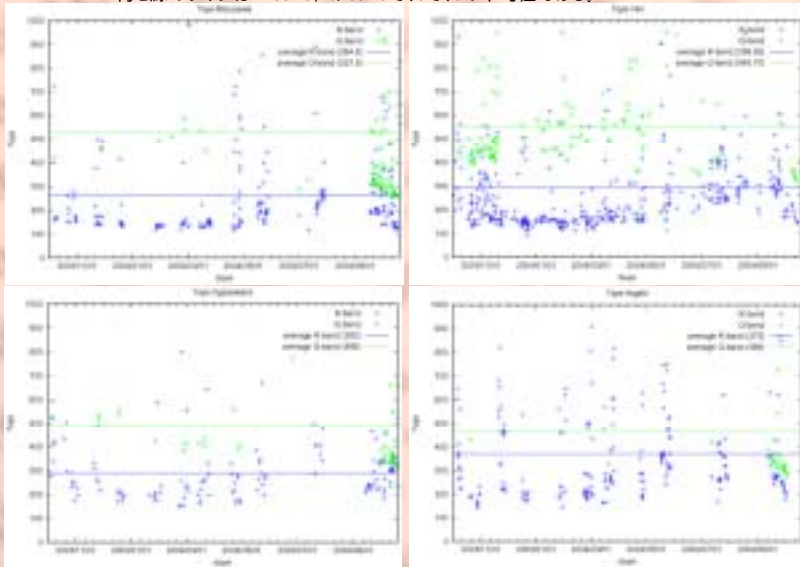


システム雑音温度 T_{sys} の日ごとの変化

システム雑音温度を通日に対してプロットした。

τ_0 との相関がよくみられる。

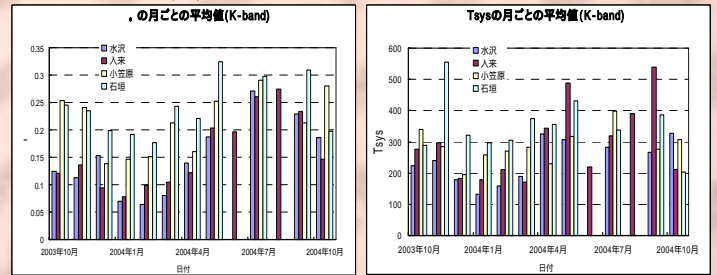
青と緑のラインはK-band, Q-bandそれぞれの平均値である。



$\tau_0 \cdot T_{sys}$ の月ごとの平均値の変化

1, 2月で $\tau_0 \cdot T_{sys}$ とともに値が小さくなっている。

値が0を示しているところはデータがない。また、6, 7, 8月のデータは比較的少ない。



測定回数と $\tau_0 \cdot T_{sys}$ の月ごとの最小値

マークはデータがない。データの数が極端にすくないところがあり、その部分の $\tau_0 \cdot T_{sys}$ の最小値は意味を成さない。

アンテナ	band	2003年10月	2003年11月	2003年12月	2004年1月	2004年2月	2004年3月	2004年4月	2004年5月	2004年6月	2004年7月	2004年8月	2004年9月	2004年10月	合計	
測定回数	水沢	K-band	19	15	10	9	14	20	27	33	0	25	0	23	43	238
		Q-band	1	2	0	1	3	2	0	0	0	2	0	23	42	76
	入来	K-band	47	63	40	40	35	46	32	30	7	44	22	39	17	462
		Q-band	15	31	3	14	12	7	17	6	5	6	0	2	8	126
	小笠原	K-band	13	8	7	6	8	15	11	11	0	8	0	16	25	128
		Q-band	2	2	2	3	1	4	3	1	1	0	0	0	24	43
	石垣	K-band	25	27	11	9	25	34	15	31	0	29	0	27	5	238
		Q-band	1	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	23	5	34
の最小値	水沢	K-band	0.067	0.057	0.062	0.044	0.04	0.044	0.056	0.091		0.162		0.134	0.08	
		Q-band	0.121	0.101		0.086	0.104	0.094				0.13		0.133	0.107	
	入来	K-band	0.046	0.054	0.04	0.038	0.04	0.049	0.042	0.069	0.104	0.178	0.181	0.1	0.055	
		Q-band	0.09	0.08	0.09	0.08	0.07	0.077	0.074	0.09	0.13	0.142		0.153	0.101	
	小笠原	K-band	0.14	0.16	0.09	0.11	0.07	0.09	0.09	0.14		0.24		0.14	0.15	
		Q-band	0.18	0.13	0.12	0.12	0.11	0.1	0.09	0.29	0.22				0.13	
	石垣	K-band	0.12	0.16	0.15	0.09	0.13	0.12	0.13	0.18				0.22	0.15	
		Q-band	0.13					0.12						0.14	0.13	0.13
Tsysの最小値	水沢	K-band	150	136.4	131.8	120	122.4	126.3	114.2	142.7		118.2		186.2	121.8	
		Q-band	425	462.5		490.6	508.6	451.3				288.4		303.2	259.8	
	入来	K-band	130.1	133.7	91.99	117.2	113.6	119.8	148.7	155.3	190.9	229.3	233.5	167.4	146.8	
		Q-band	394.6	407.6	451.5	432.3	465.6	492.7	150	114.8	349.3	377.4		402.9	322.8	
	小笠原	K-band	175	196	170	175	152	162	164	199		288		208	185	
		Q-band	530	514	540	425	384	405	389	1181	775				233	
	石垣	K-band	142	214	171	147	176	164	181	245				170	178	
		Q-band	433					329					422	297	276	

まとめ

、 T_{sys} とともに1, 2月付近の値が最も小さく、7, 8月付近の値が最も大きくなっている。大気の状態も1, 2月付近は安定し、7, 8月付近は不安定である。また、冬の時期に小笠原・石垣は水沢・入来に比べ約2倍近く、 T_{sys} とともに大きくなっている。小笠原、石垣の上空では常に水蒸気が多く存在するようである。

入来局での晴天のときの、 T_{sys} のそれぞれの値はおおよそ、 $\tau_0 = 0.06$ (K-band)、 $T_{sys} = 150$ K(K-band)、 $\tau_0 = 0.09$ (Q-band)、 $T_{sys} = 350$ K(Q-band) である。

この一年のSecZ測定から観測に適した期間は11月~4月の間であることがわかる。

今後、より詳しいSecZ測定の結果および大気の変化をの情報を得るためには1日に1回以上のSecZ測定を行い、天候、気温などの大気の情報記録していく必要がある。