

## 8 GHz 冷却受信システムの $T_{\text{sys}}$ 悪化について

藤沢健太 (山口大学)

### 1. はじめに

2002年8月に完成した8GHz受信システムは、システム雑音温度 ( $T_{\text{sys}}$ ) が40 Kという低雑音である。しかし、2003年8月12日に  $T_{\text{sys}}$  の測定を行ったところ、異常に高い値が得られた。この現象について報告する。

### 2. 測定

測定は(1)ダウンコンバータ後のIF信号、(2)8GHzのRF信号、の2系統で行われた。これはダウンコンバータ他のIF帯システムに起因するものであるかどうか判断するためである。測定日時は8月12日深夜から8月13日早朝で、この時の天気は晴れまたはうす曇、気温は21-22度である。受信システムは左右両円偏波の2系統あるので、それぞれについて測定を行った。測定方法も独立に検証するため、ノイズソースを用いる方法、R-Sky法の2通りで測定を行った。

#### 2-1. ノイズソースによる測定

受信機前段のクロスガイドカプラによってノイズを注入する。CH1 (LHCP) の注入雑音温度は  $T_n = 72.51$  K (2002年9月13日の資料を参照)、CH2 (RHCP) は57.2K (付録を参照) である。システム雑音温度  $T_{\text{sys}}$  は

$$T_{\text{sys}} = \frac{T_n}{10^{\frac{P_{\text{on}} - P_{\text{off}}}{10}} - 1}$$

として得られる。 $P_{\text{on}}$ 、 $P_{\text{off}}$  は雑音温度を注入している場合、していない場合の出力パワー (単位はdB) である。この測定はIF帯のみで行われた。測定結果を表1に示す。

表1. ノイズソースによる測定

チャンネル (偏波)	ノイズ	パワー (dBm)	$T_{\text{sys}}$ [K]
CH1 (LHCP)	ON	-11.40	204.1
	OFF	-12.72	
CH2 (RHCP)	ON	-14.26	211.4
	OFF	-15.30	

## 2-2. R-Skyによる測定

ホーン開口部を常温吸収体（アブソーバ）によって覆うことで、システム雑音温度を測定することが可能である。この方法で得られるシステム雑音温度は大気の吸収量を補正した  $T_{sys}^*$  と表記される値であり、ノイズソースによる測定との比較では補正が必要である。

システム雑音温度  $T_{sys}^*$  は

$$T_{sys}^* = \frac{T_{amb}}{10^{\frac{P_R - P_{Sky}}{10}} - 1}$$

として得られる。 $P_R$ 、 $P_{Sky}$  はアブソーバで覆っている場合、いない場合の出力パワー（単位は dB）、 $T_{amb}$  は常温吸収体の物理温度（294 K）である。測定結果を表2に示す。大気の吸収係数を0.01として計算した  $T_{sys}$  の値もあわせて示す。この測定は、CH1はRF帯で、CH2はIF帯で行われた。

表2. R-Skyによる測定

チャンネル（偏波）	アブソーバ	パワー（dBm）	$T_{sys}^*$ [K]	$T_{sys}$ [K]
CH1（LHCP） RFで測定	無し	-46.86	225.0	222.7
	あり	-43.23		
CH2（RHCP） IFで測定	無し	-15.60	206.9	204.8
	あり	-11.76		

## 3. 結果

ノイズソース、R-Skyの両方の方法で測定した結果は一致し、 $T_{sys}$  は約 200K であることが明らかになった（RFでの測定が10%ほどずれているのは、受信レベルが低い  
ためパワーメータの非線形性などの影響があると思われる）。過去の測定では大気による影  
響を含めて 40-50K であり、4-5倍の悪化である。注目すべき点は、給電部以降は完全に  
独立した2系統である2チャンネルが、同程度悪化していることである。

この測定時、コンプレッサ・冷凍機は正常に動作していた。コンプレッサの圧力は290PSi程度、真空は十分引いた状態となっており、受信機の物理温度は13.5Kである。これらは正常な数値である。また、 $T_{sys}$  が悪化した状態でポインティング測定を行った結果、過去の測定にほぼ一致する良い結果を得ており、ビームパターンには悪化がないと考えられる。これは給電部にビームを遮蔽する物体などが存在していないことを示している。

#### 4. 考察

Tsys 悪化の原因中心に考察する。

##### (1) I F系に問題か？

I F、R Fの測定が一致したため、ダウンコンバータ以降は原因ではない。問題はR F系（大気、アンテナ、ビーム伝送系、給電部、受信機）にあると考えられる。

##### (2) R H C PとL H C Pに同様の悪化が見られるのはなぜか？

偏波分離器以降はRとLで独立なので、同様に悪化するのとは不可解である。給電部に水がたまるなど、両偏波に共通の問題が発生している可能性はある。

##### (3) ホーン周辺には問題ないか？

目視で調査した結果、ホーンカバー、第1反射鏡（ホーン直上）周辺には、特に異常は見られなかった。鏡面にも異常な付着物などはない。

##### (4) いつごろこの問題が発生したのか？

5月にポインティングを行っていたときは、Tsys は正常（50K）だった。その後の変化は不明である。

7/19（土）06:08JSTに通信所に落雷があり、多数の設備が損傷したとの報告をいただいている。3.2m電波望遠鏡の駆動には問題が見られなかったが、これが受信機に影響を及ぼした可能性はある。それ以外にもこれまで数回、停電があったため、冷却状態のアンプが停電・復電を繰り返し、受信機への影響があった可能性も考えられる。あるいは停電で冷凍機が止まり、空気が受信機内にたまった状態で、復電して冷却をはじめたとすると、空気が凍り付いている可能性が考えられる。

#### 5. まとめと今後の対策

システム雑音温度が約200Kに上昇していることが確実となった。両チャンネルともに同様の悪化を示していることが理解できないが、このことを除けば悪化した部分はおそらく受信機であると考えられる。原因も不明であるが、落雷などの電氣的な衝撃の可能性が考えられる。

今後の作業として、受信機システム製作メーカーに連絡し、相談する。受信機をいったんリセットするなどの方法も考えられるので、相談のうえ実施し、それでも改善がみられない場合は受信機（アンプ）の交換を依頼する。

==以上==

## 付録A. CH2への注入雑音温度

2002年9月13日付けの「8GHzシステム雑音温度測定」報告書の表を再掲する。2002年9月の時点ではノイズソース346Cが1個（新型の白）のみであり、基本的にCH1に取り付けていた。その後もう1個346C（旧型の黒）を入手し、CH2に取り付けている。このノイズソースを用いた注入雑音について報告する。

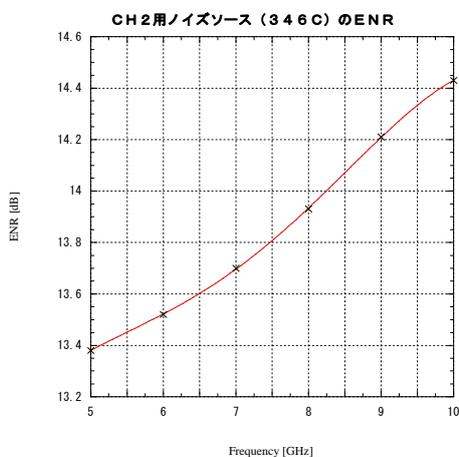
表1にCH2用ノイズソースのENRを示す。観測を行う中心周波数=8.3GHzでのENRは14.15dBを得る。カップリング係数 $C=21.2$ dBより、 $T_n=57.2$ Kを得る。

表1. ノイズソース346CのENR

周波数 [GHz]	ENR [dB]	
	CH1 (LHCP)	CH2 (RHCP)
	新型の白	旧型の黒
7.0	14.78	13.70
8.0	14.99	13.93
9.0	15.29	14.21

表2. グロスガイドカプラの結合係数

周波数 [GHz]	結合係数C [dB]	
	CH1 (LHCP)	CH2 (RHCP)
8.0	21.1	21.2
8.5	21.0	21.2
9.0	21.2	21.4



図A. CH2用ノイズソース（旧型346C）のENR