

Repeatability of antenna measurement device

Y.Honda, Y.Inoue

2005/11/28

Abstract

We tested the repeatability of electrical center measurement with the antenna device. The procedure to setup the system was repeated several times, and the fluctuation of the result was measured. The rms of the fluctuation was about $4 \mu\text{m}$. The dominant source of the fluctuation seems to be originated in mounting the cavity to the device.

1 Introduction

測定は、井上アンテナ装置を用いた電気的中心測定の精度を考察するために、測定の再現性について調べる。今回測定に用いたのは、PALプロトタイプのうち、これまでビームラインに入っていた”with dents”モデルの方。

2 Procedure

通常、測定は以下の手順で行われる。

1. 空洞の取り付け、軸出し。空洞を台に載せ、ネジで固定する。空洞を回転ステージで動かしても空洞位置センサの読み値が変動しないように、XYステージを用いて空洞の中心を回転ステージの中心に合わせる。
2. アンテナの深さ調整。アンテナの反射を測定し、TM010モードによるディップの周波数をあわせることで毎回同じ状態になるようにする。アンテナを差し込んで行くとその影響でTM010モードの周波数が下がって行く。ディップが見え始めたときに比べて周波数が50MHz下がる位置にアンテナをセットする。
3. アンテナの角度調整。ポートへの透過を測定する。アンテナに角度がついているとV字の先がまるまる。アンテナ角度を少し変えては、簡単に最小値スキャンを繰り返して、最小値ができるだけ下がるようにあわせる。これを横方向、縦方向でおこなう。
4. アンテナの位置調整。スキャンを行うのは縦方向であるが、そのとき横方向の信号が混ざるのを防ぐため、まず両方向ともに中心に成るようにアンテナの位置を合わせる。
5. アンテナスキャン。はじめにスキャン開始位置までアンテナを移動してから、一方向に測定していく。このとき、空洞位置とアンテナ位置をセンサでモニタする。空洞を回転ステージで180度回転させてもう一度スキャンを繰り返す。2回のスキャンで得られたV字の中心位置の差の1/2が電気的中心と機械的中心のずれである。

3 Measurement

セットアップの手順のうちどこで再現性が悪化するかを調べる。

3.1 スキャンのみの再現性

セットアップ自体は変えずに、単にスキャンとステージの回転を5回繰り返して測定してみても結果のバラツキを見てみる。図1、表1がその結果。

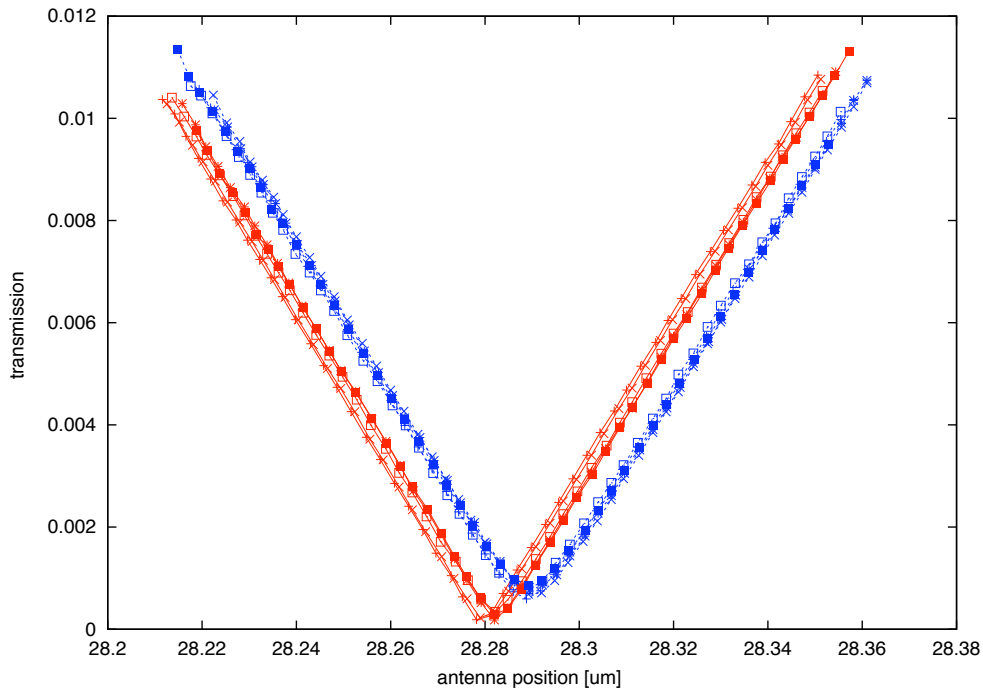


Figure 1: スキャンのみの再現性。回転ステージ 0 度のデータを赤で、180 度のデータを青で示してある。0 度と 180 度は交互に行った、一对の測定を同じ印のデータで示してある。

Table 1: スキャンのみの再現性

measurement	0 degree		180 degree		e-center (μm)
	center	cavity position	center	cavity position	
1	28.2795 mm	15.7478 mm	28.2892 mm	15.7478 mm	4.9
2	28.2802 mm	15.7500 mm	28.2906 mm	15.7480 mm	6.2
3	28.2827 mm	15.7494 mm	28.2902 mm	15.7478 mm	4.6
4	28.2821 mm	15.7500 mm	28.2887 mm	15.7478 mm	4.4
5	28.2828 mm	15.7502 mm	28.2897 mm	15.7476 mm	4.8
					rms = 0.63

3.2 アンテナの角度調整からの再現性

次に、一对の測定をする度にアンテナの角度調整を一旦崩し、その調整からやり直す、という手順で 5 回の測定を行った。図 2、表 2 がその結果。

3.3 空洞の取り付けによる再現性

次に、アンテナは動かさず、空洞を一旦取り外しては取り付け直す、という手順で 5 回の測定を行った。図 3、表 3 がその結果。

3.4 手続き全体の再現性

最後に、セットアップを完全に崩して、空洞の取り付け、アンテナの調整を一回ごとにやり直す、という手順で 5 回の測定を行った。図 4、表 4 がその結果。

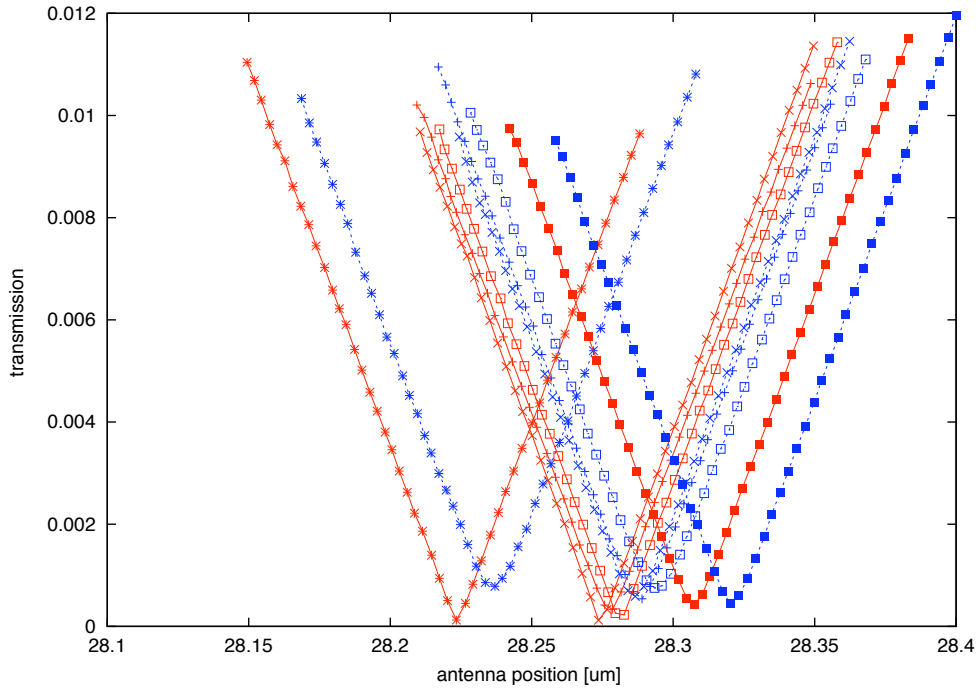


Figure 2: アンテナの角度調整からの再現性。回転ステージ 0 度のデータを赤で、180 度のデータを青で示してある。一対の測定を同じ印のデータで示してある。

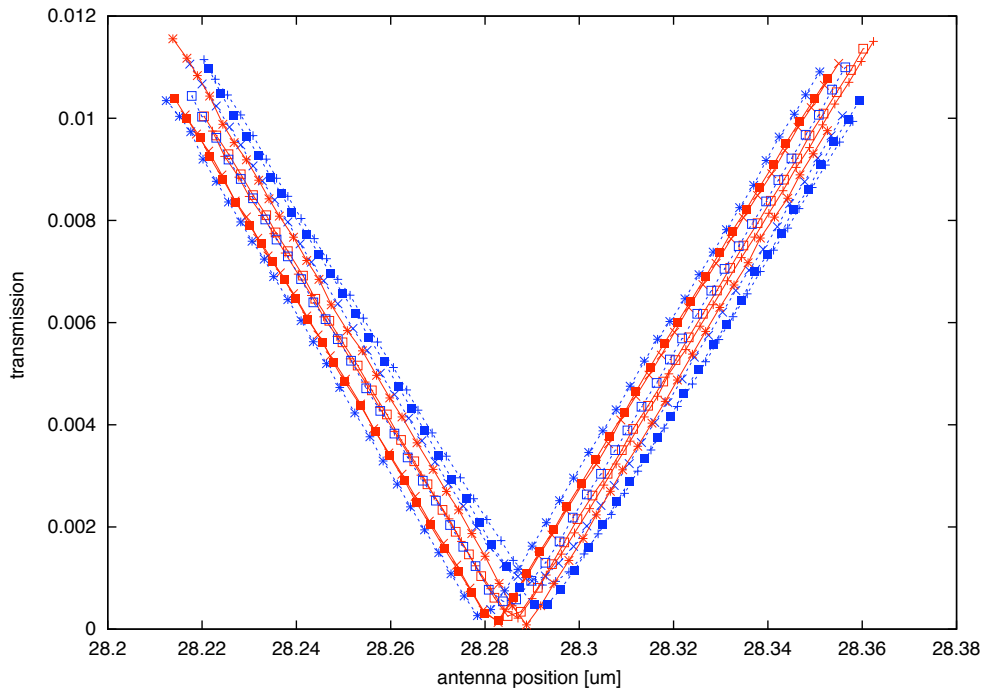


Figure 3: 空洞の取り付けによる再現性。回転ステージ 0 度のデータを赤で、180 度のデータを青で示してある。一対の測定を同じ印のデータで示してある。

Table 2: アンテナの角度調整からの再現性

measurement	0 degree		180 degree		e-center (μm)
	center	cavity position	center	cavity position	
1	28.2777 mm	15.7420 mm	28.2885 mm	15.7440 mm	4.4
2	28.2746 mm	15.7430 mm	28.2867 mm	15.7440 mm	5.6
3	28.2235 mm	15.7420 mm	28.2364 mm	15.7438 mm	5.8
4	28.2814 mm	15.7420 mm	28.2947 mm	15.7452 mm	5.1
5	28.3072 mm	15.7424 mm	28.3212 mm	15.7450 mm	5.7
					rms = 0.51

Table 3: 空洞の取り付けによる再現性

measurement	0 degree		180 degree		e-center (μm)
	center	cavity position	center	cavity position	
1	28.2864 mm	15.7508 mm	28.2932 mm	15.7536 mm	2.0
2	28.2822 mm	15.7522 mm	28.2901 mm	15.7474 mm	6.4
3	28.2891 mm	15.7534 mm	28.2800 mm	15.7452 mm	-4.5
4	28.2861 mm	15.7530 mm	28.2852 mm	15.7456 mm	3.3
5	28.2819 mm	15.7510 mm	28.2922 mm	15.7486 mm	6.4
					rms = 4.0

4 Summary

4 パターンの再現性テストの結果から、空洞の取り付けをやり直すことが誤差を生んでいるように思われる。空洞を回転させて2回の測定の差をとる方式を採ったおかげで、アンテナの傾きが調整の度に多少変わったとしても結果には影響していない。

残りは、空洞の傾きの再現性がまだ完全ではないのが主な原因であろう。また、回転ステージの軸の傾きも同じように結果に影響するはずである。但し回転ステージの動きに再現性があるならば、空洞の取り付け方向を反転させて結果の平均をとることによりその影響は打ち消すことが可能と思われる。

Table 4: 手続き全体の再現性

measurement	0 degree		180 degree		e-center (μm)
	center	cavity position	center	cavity position	
1	28.3151 mm	15.7480 mm	28.3226 mm	15.7474 mm	4.1
2	28.2749 mm	15.7478 mm	28.2848 mm	15.7500 mm	3.9
3	28.2850 mm	15.7504 mm	28.2853 mm	15.7516 mm	-4.5
4	28.2472 mm	15.7516 mm	28.2491 mm	15.7506 mm	1.5
5	28.2864 mm	15.7508 mm	28.2932 mm	15.7536 mm	2.0
					rms = 3.1

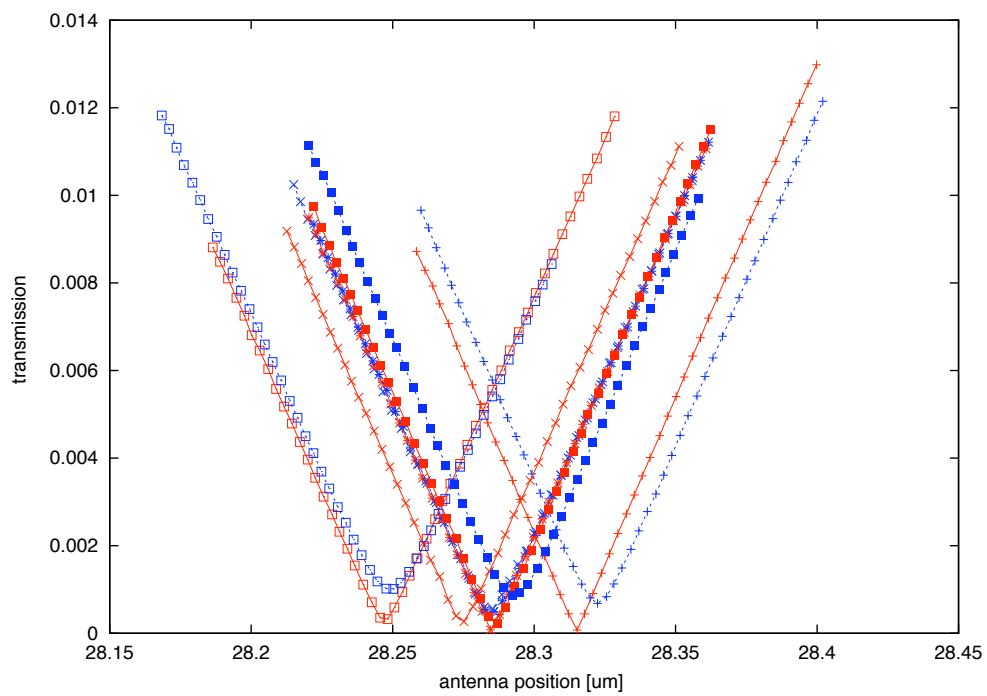


Figure 4: 手続き全体の再現性。回転ステージ 0 度のデータを赤で、180 度のデータを青で示してある。一対の測定を同じ印のデータで示してある。