

2el HB9CVアンテナを4el化した最適化モデルで、HairPin幅を狭くすると、F/B比が上昇し、Gaも少しアップする事や、ワイヤー径は異なるが以前作成したHairPin幅が狭いモデルで、かなりF/B比が良かった事から、これのワイヤー径を変更・アンテナのサイズ変更・最適化を行い、初めに2elで調整機能パイプに適当な長さがあったので、4elでもRaとRef1での長さを調べてから、更にDirとRef2の調整機能パイプ長さを調べて仮モデルを作成します。

そして2el同様にHB9CV部のL1(=L2)長の変更、HairPin幅の変更をした場合の各特性(R、jX、共振周波 freso、SWR/435、SWR/freso、Ga、F/B比)がどう変化するか表計算ソフトでグラフ化して、まだ良い所があるかなと調べてみました。

(HairPin長変更とL3長変更は、2el HB9CVと同様にそれぞれの長さが最適化で別の値に変わってしまいます、またEL間隔変更も2elと同様に前後のHairPin長が逆方向に変化しますので無しとしました)

MMANAの最適化の選択は、Ref2の位置・横幅、HB9CV部の横幅・X幅、Dirの位置・横幅を選択し、ピッチ=0.00001で、GainとF/BとSWRの-sliderをMax位置、jXのsliderを初期のセンター位置で最適化です。

(このsliderの重み付けでかなり結果が変わると思います、また共振が大きくずれている場合は、ワイヤー径を除いてアンテナのサイズ変更した方が速く、また良い所へ最適化する場合があります)

図1が4エレHB9CVモデル図です。

調整機能パイプ長さ調べ

(1) RaとRef1の調整機能パイプ長さ

図2と図3にRaとRef1の調整機能パイプ長さを変えた時の各特性を示します。最適化しても2.5cmから上ではSWRが上昇傾向で、またF/B比の変化もおかしいので、

→調整機能パイプ長さ=2.2cmとします。(センターから)

(2) DirとRef2の調整機能パイプ長さ

図4と図5にDirとRef2の調整機能パイプ長さを変えた時の各特性を示します。調整機能パイプ長さを増やすとF/B比が少し低下傾向で、その他の特性は変化が小さいので、

→調整機能パイプ長さ=1.2cmとします。(センターから)

これで仮モデルを作成しますが、図4でわかるように最適化してもjXが大きく、またSWRも1.1位と共振点がずれているので、アンテナのサイズ変更をして仮モデルを作成します。

→仮モデル名: Size変更ADJ可仮430x4elHB9.maa

自由空間: R=50.486 Ω 、jX=0.072 Ω 、SWR/435=1.01

Ga=8.44 (dBi)、F/B比=36.15 (dB)

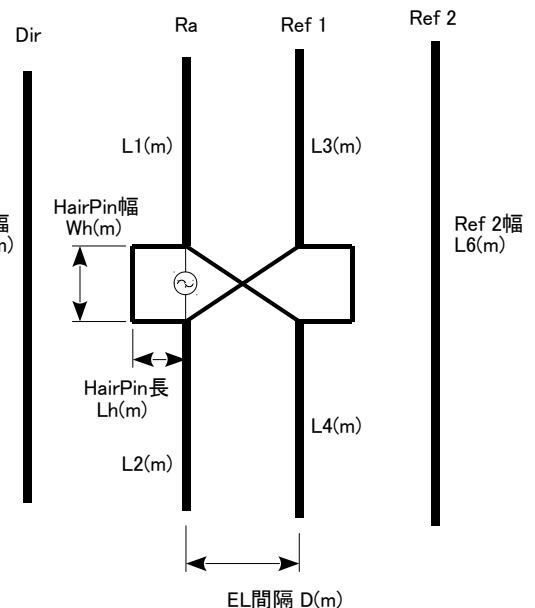


図1 4エレ HB9CV Antの各部

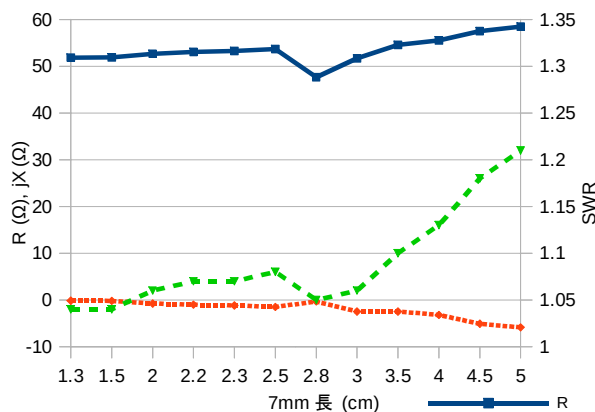


図2 R, jX, SWR vs. 7mm長

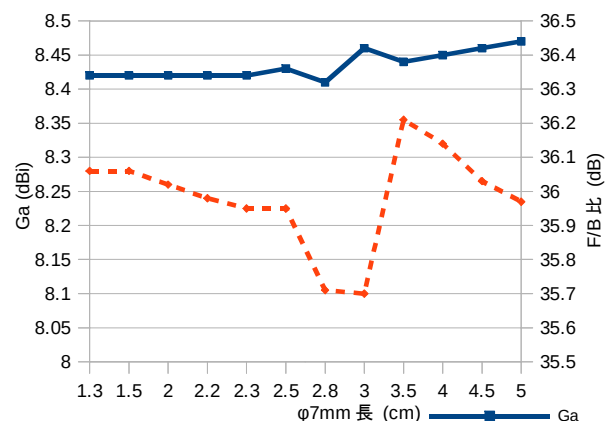


図3 Ga, F/B比 vs. φ7mm長

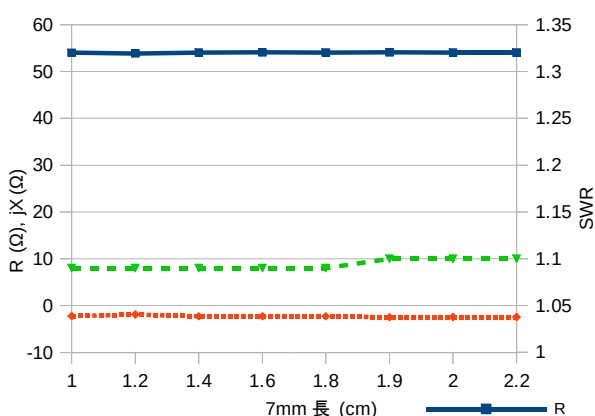


図4 R, jX, SWR vs. 7mm長

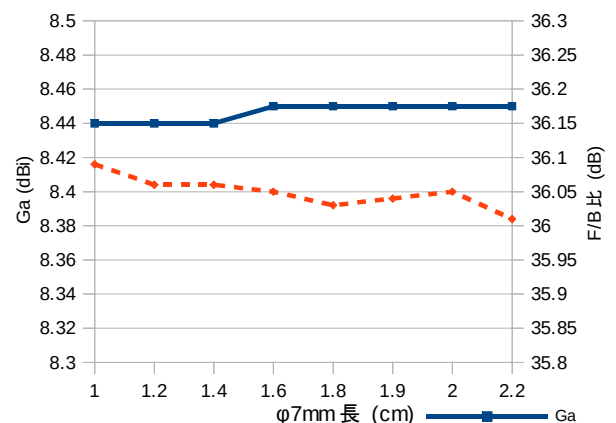


図5 Ga, F/B比 vs. φ7mm長

L1(=L2)長変更

L1(=L2)長変更は、RaEle幅 (L1+L2+HairPin幅) としてグラフ化しています。

図7のSWR変化では、現行値辺りのRaEle幅で丁度良い所にあるようです。また図6の共振周波数 f_{reso} もこの辺りで435MHzになっていますし、RaEle幅が大きくなると SWR/435 や SWR/ f_{reso} がかなり暴れます。

初期の最適化でMMANAは、かなり良い所へもっていかれていますので、これをモデル・ベースにしたいと思います。(HairPin幅=約2.32cm、HairPin長=約1.74cmで製作加工が大変そうですが、良好なF/B比は魅力です)

図9～図11にRef1 Ele幅 (Ref1)、HairPin長、DirやRef2エレメントの変化を示します。

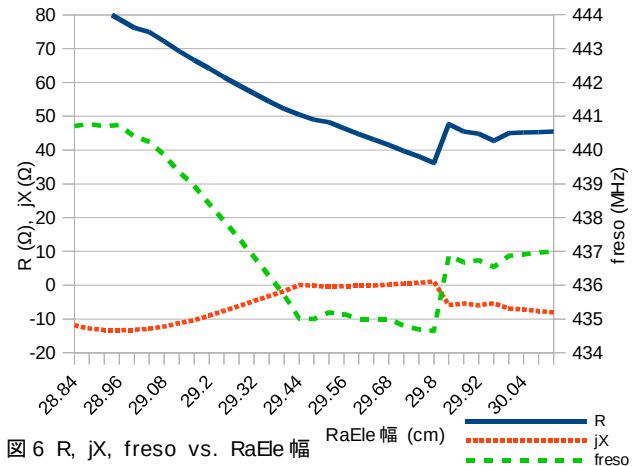


図6 R, jX, freso vs. RaEle 幅

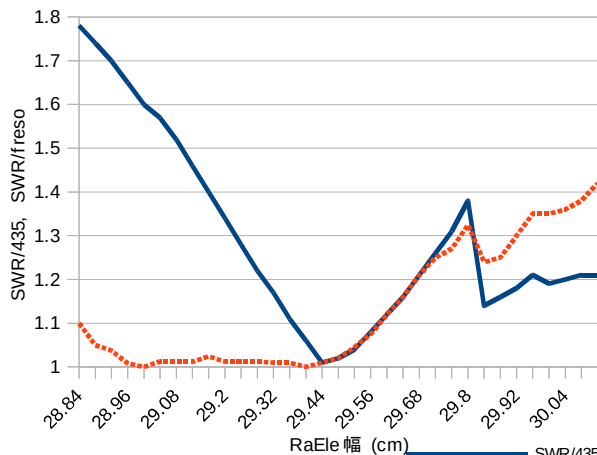


図7 SWR/435, SWR/freso vs. RaEle 幅

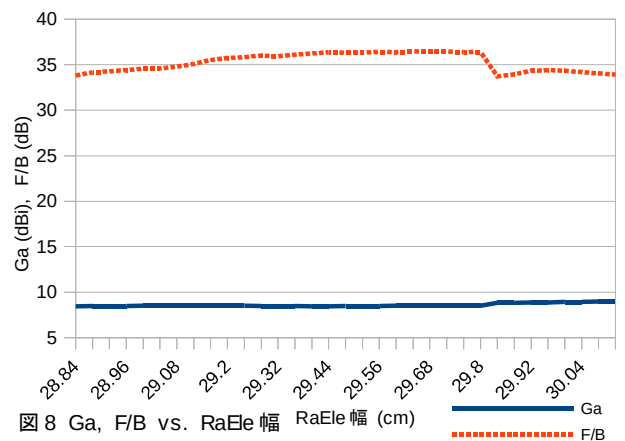


図8 Ga, F/B vs. RaEle 幅

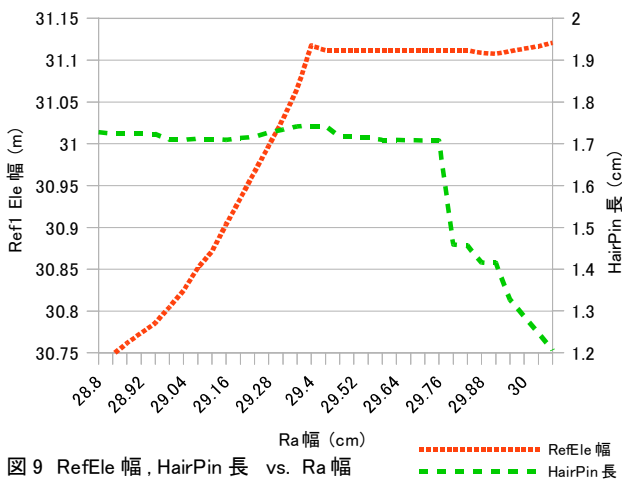


図9 RefEle 幅, HairPin 長 vs. Ra 幅

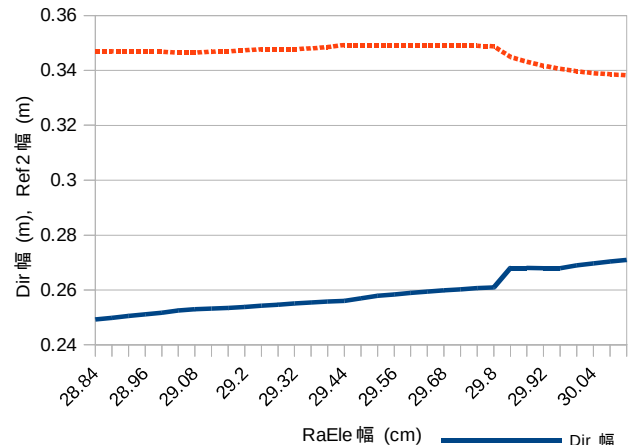


図10 Dir 幅, Ref2 幅 vs. RaEle 幅

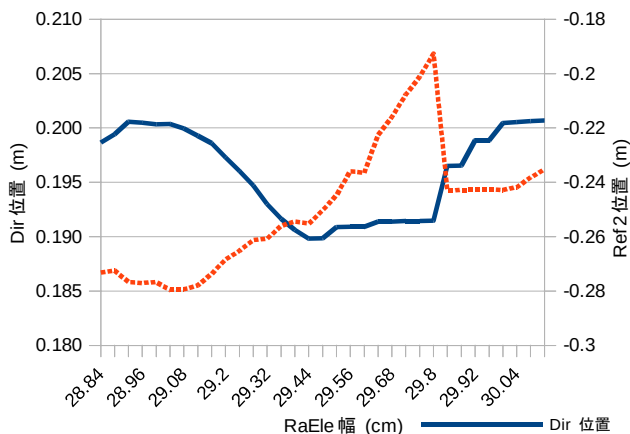


図11 Dir 位置, Ref2 位置 vs. RaEle 幅

HairPin幅変更

図13のSWR変化で、現行値辺りのHairPin幅(約2.3242cm)で丁度良い所にあるようです。

また図12の共振周波数 f_{reso} もこの辺りで435MHzになっているので、モデルは現行値辺りのHairPin幅にします。

図15～図17にRaEle幅、RefEle幅(Ref1)、Dir、Ref2エレメントやHairPin長さの変化を示します。

図15でRaEle幅は変わらず、RefEle幅は微減、前HairPin長と後HairPin長は同じ変化です。

図16と17でDir幅は減少、Dir位置は増加方向です、またRef2幅は微減、Ref2位置はマイナス方向へ増加方向です。

モデルは少しHairPin幅を大きくして、

→モデル名: HairPin幅Size変更ADJ可430x4elHB9.maa

自由空間: $R=50.081\ \Omega$ 、 $jX=-0.096\ \Omega$ 、 $\text{SWR}/435=1.00$

$G_a=8.45\ (\text{dBi})$ 、 $F/B\text{比}=36.08\ (\text{dB})$

にしたいと思います。

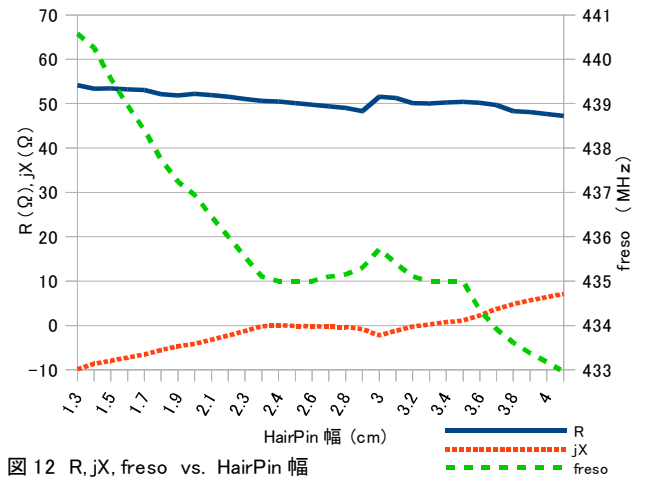


図12 R, jX, freso vs. HairPin 幅

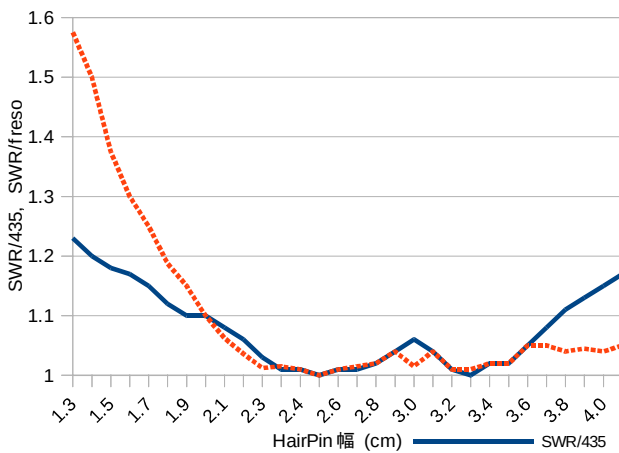


図13 SWR/435, SWR/freso vs. HairPin 幅

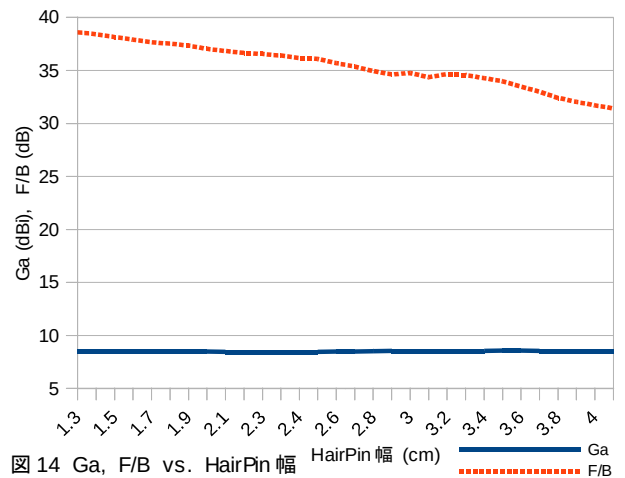


図14 G_a , F/B vs. HairPin 幅

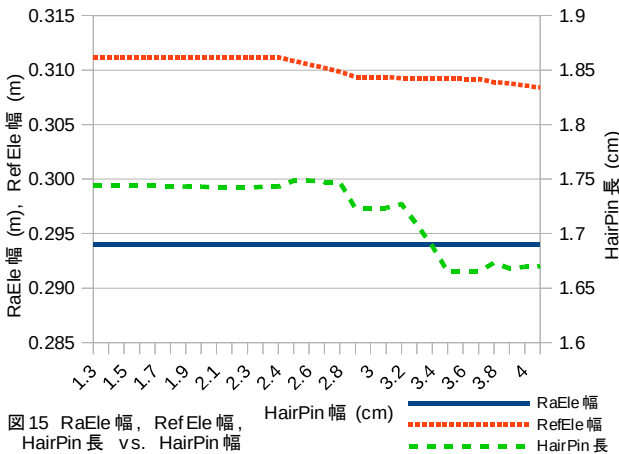


図15 RaEle 幅, RefEle 幅, HairPin 長 vs. HairPin 幅

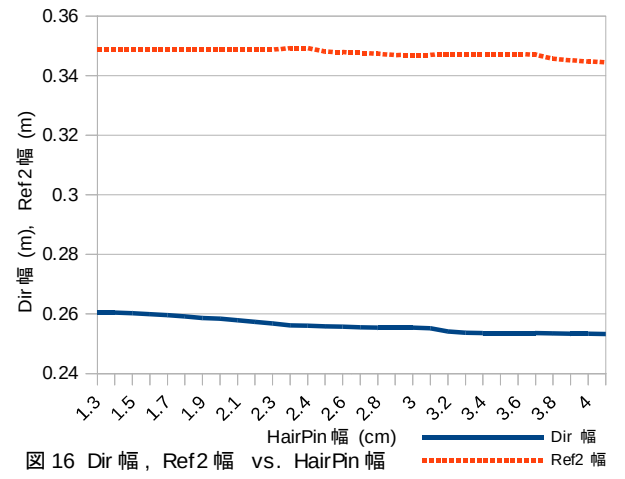


図16 Dir 幅, Ref2 幅 vs. HairPin 幅

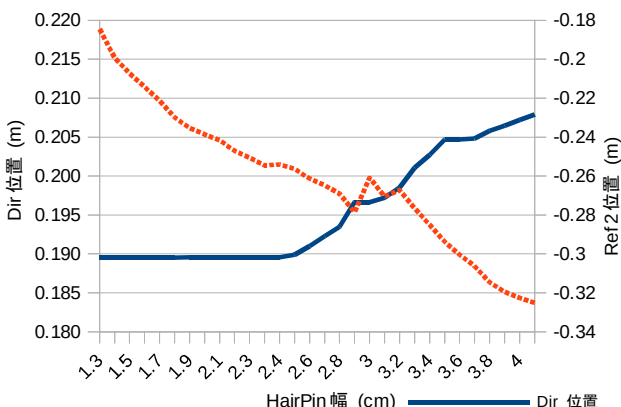


図17 Dir 位置, Ref2 位置 vs. HairPin 幅

HairPin幅 大中小での特性比較

表1にHairPin幅 大中小での各特性比較を示します。

モデルの中間Size変更 430x4el HB9CV.maaとtest1_4 430x4el HB9CV.maaは調整機能パイプなしで、表計算ソフトでの検討もなしです。寸法値に少しの違いが出てきますが、大きな差はないと思います。

HairPin幅を小さくするとF/B比が大きくなりますが、SWR<1.5の帯域幅が狭くなります。こちら辺りはどちらを重視するかで考えた方が良いと思います。

表1 (f=435MHz 自由空間/7mリアルグラウンドではGaがもっと上がります)

モデル名	R (Ω)	jX (Ω)	SWR	Ga (dBi)	F/B (dB)	SWR<1.5幅 (MHz)	HairPin幅 (cm)	ブーム長 (cm)
HairPin幅Size変更ADJ可430x4elHB9.maa	50.081	-0.096	1.00	8.45	36.08	11.14	2.4	約44.62
中間Size変更 430x4el HB9CV.maa	49.44	-0.019	1.01	8.15	27.24	15.473	2.8304	約44.44
test1_4 430x4el HB9CV.maa	49.405	-0.068	1.01	7.96	24.2	18.2	3.285	約44.46

位相差用クロス部のカーブ影響考察

表2にHairPin幅 大中小での位相差用クロス部のカーブもどきの影響を示します。

GaとF/B比はカーブさせていない表1モデルとあまり差はないですが、HairPin幅を狭くしてGaとF/B比を頑張ると(欲張ると)、最適化してもどうもSWRが下がりにくく悪化するようです。(但し、使えないレベルではない)

また表3-1と3-2にカーブもどき有/無での寸法比較を示します。その差を見ると、HB9CV部は折り曲げ加工等の製作誤差範囲レベルですが、Dir幅とRef2位置の差がちょっと大きいです。

今回の4エレはHairPin幅の狭いモデルでの制作ですが、カーブもどきのモデルではSWRが少し悪くなるので、直線モデルの寸法でやるかカーブもどきで製作するか・・・です。

表2 (f=435MHz 自由空間/7mリアルグラウンドではGaがもっと上がります)

モデル名	R (Ω)	jX (Ω)	SWR	Ga (dBi)	F/B (dB)	SWR<1.5幅 (MHz)	HairPin幅 (cm)	ブーム長 (cm)
ArcHairPin幅Size変更ADJ可430x4elHB9.maa	55.481	-0.041	1.11	8.48	36.05	13.607	2.4	約44.256
Arc中間Size変更 430x4el HB9CV.maa	54.795	-2.026	1.1	8.14	28.0	12.573	2.8304	約45.93
Arctest1_4 430x4el HB9CV.maa	49.994	-0.008	1.00	7.92	24.13	18.25	3.285	約45.379

表3-1 寸法比較

モデル名	L1 = L2 (cm)	L3 = L4 (cm)	EL間隔D (cm)	HairPin幅 (cm)	HairPin長 (cm)	クロス長 (cm)
ArcHairPin幅Size変更ADJ可430x4elHB9.maa	13.5266	14.3676	8.1257	2.4	1.7515	約8.47272
HairPin幅Size変更ADJ可430x4elHB9.maa	13.5022	14.3418	8.1122	2.4	1.7486	約8.45977
差 (Curve化 - 直線)	0.0244	0.0258	0.0135	0.0	0.0029	約0.01295

表3-2 寸法比較

モデル名	Dir幅 (cm)	Dir位置 (cm)	Ref2幅 (cm)	Ref2位置 (cm)
ArcHairPin幅Size変更ADJ可430x4elHB9.maa	25.8212	19.0209	34.8678	-26.2351
HairPin幅Size変更ADJ可430x4elHB9.maa	25.5896	18.9893	34.808	-25.6314
差 (Curve化 - 直線)	0.2316	0.0316	0.0598	-0.6037