

Tokyo Topband Meeting 2021
長さ50mのBOGで十分楽しめる？！

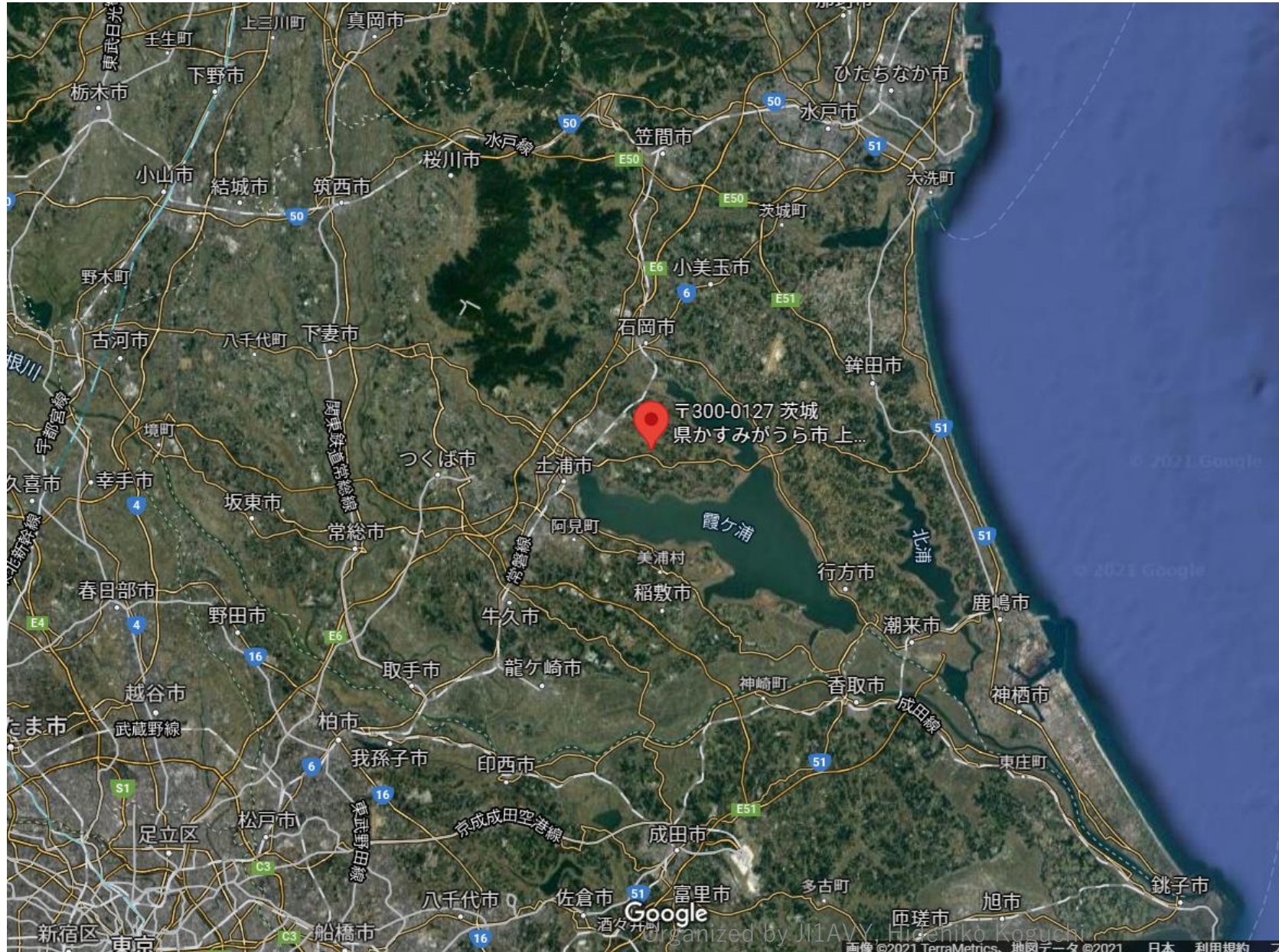
J11AVY 小口日出彦
J11AVY@jarl.com

本日のサマリー

- 2020-2021シーズンに、北東方向に60m弱長、北西方向に50m強長のBOGを設置したところ具合がよい。
- 敷設、保守、撤去がたいへん容易。
- 逆L送信アンテナと比べて、静かで、非常にS/Nがよい。長時間運用しても疲れない。
- 大圏マップ半径1万キロメートル内を静かに聴ける。CWでは概ね9000km強の範囲まで、FT8では欧州方向はG/EAまで、北米方向はLU,PYまで実績。
- 「遠くが聴こえる」かどうかはわからないが「静かに聴こえる」は間違いない。
- 鋭くはないが展張方向への指向性は感じられる。
- リクツの面の裏付けを調べると「地上高、地面の導電率、および地面の含水率」が「BOGの最適（最大）の長さ」を決めているようだ。Wの局を中心に熱心な議論や実験検証が行われてきたが、決定的な決着は見当たらない。MMANAやNEC 2ではうまくシミュレーションできない。BOGと呼ばれながらも、Beverageとは別種のアンテナととらえた方がよい（！？）ーという意見も。

1. ロケーション紹介

Jl1AVY かすみがうらシヤックLandscape (1)



- ・霞ヶ浦（日本で二番目に大きな湖）に突き出た半島状の土地のど真ん中。
- ・海拔30m-40m。
- ・東京から北東に直線距離で70km
- ・南も北も5kmで霞ヶ浦の湖面。東は太平洋岸まで27km
- ・北西20kmに筑波山（標高876m）

Jl1AVY かすみがうらシャックLandscape（2）



- ・農地が付いていない農家
- ・前面道路から6-8mの高台。周辺で一番高い敷地。
- ・半径100m以内の隣家は3軒。
- ・北側は全面農地。南側は全面田地。
- ・全体の地勢はほぼ平面。
- ・筑波山方向除く360度が事実上地平線。

JI1AVY かすみがうらシャックLandscape (3) 空撮映像 Thanks to JE1KUC



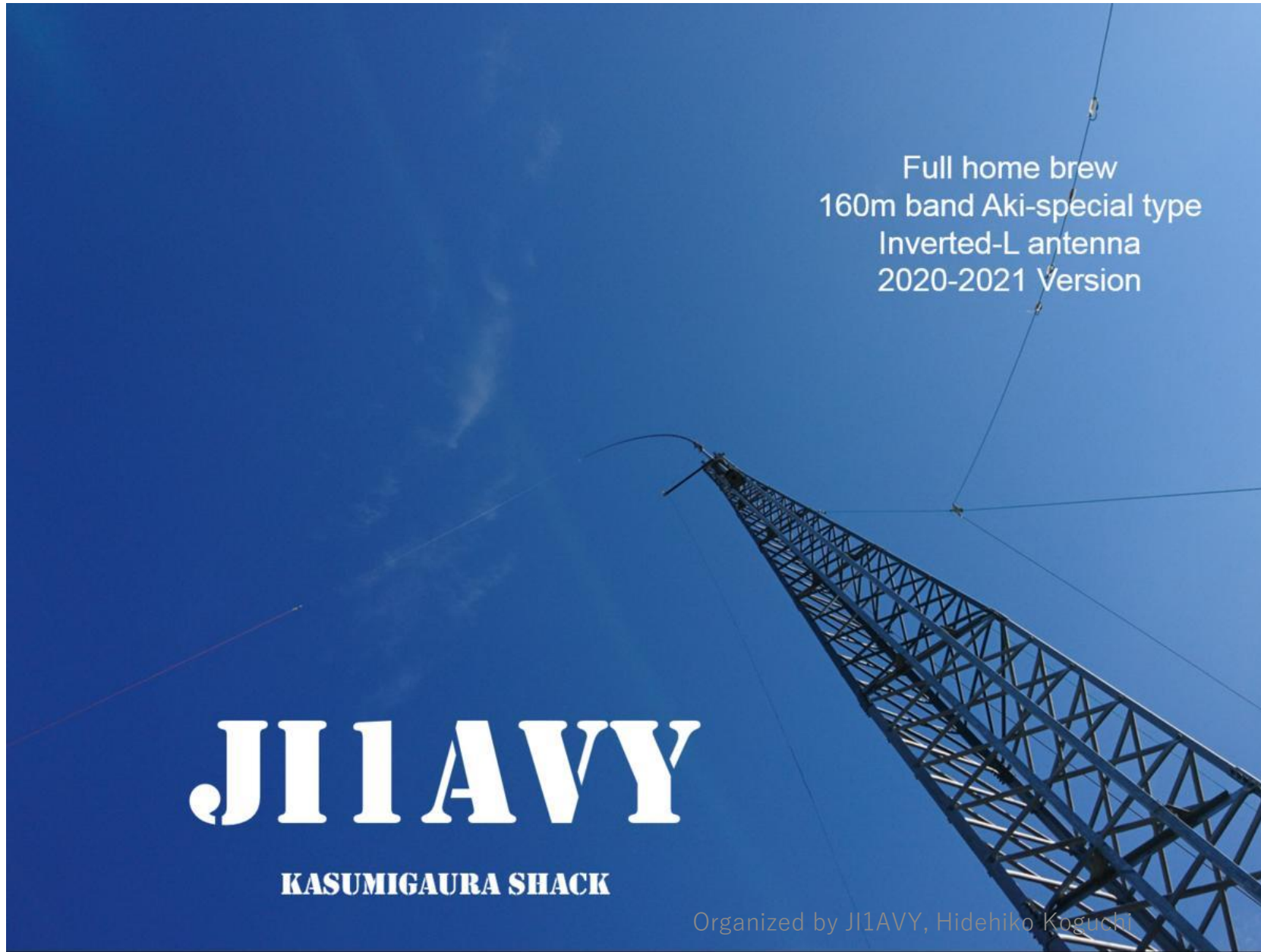
初期の160mANT

シャックから北米方向の臨む



Organized by JI1AVY, Hidehiko Koguchi

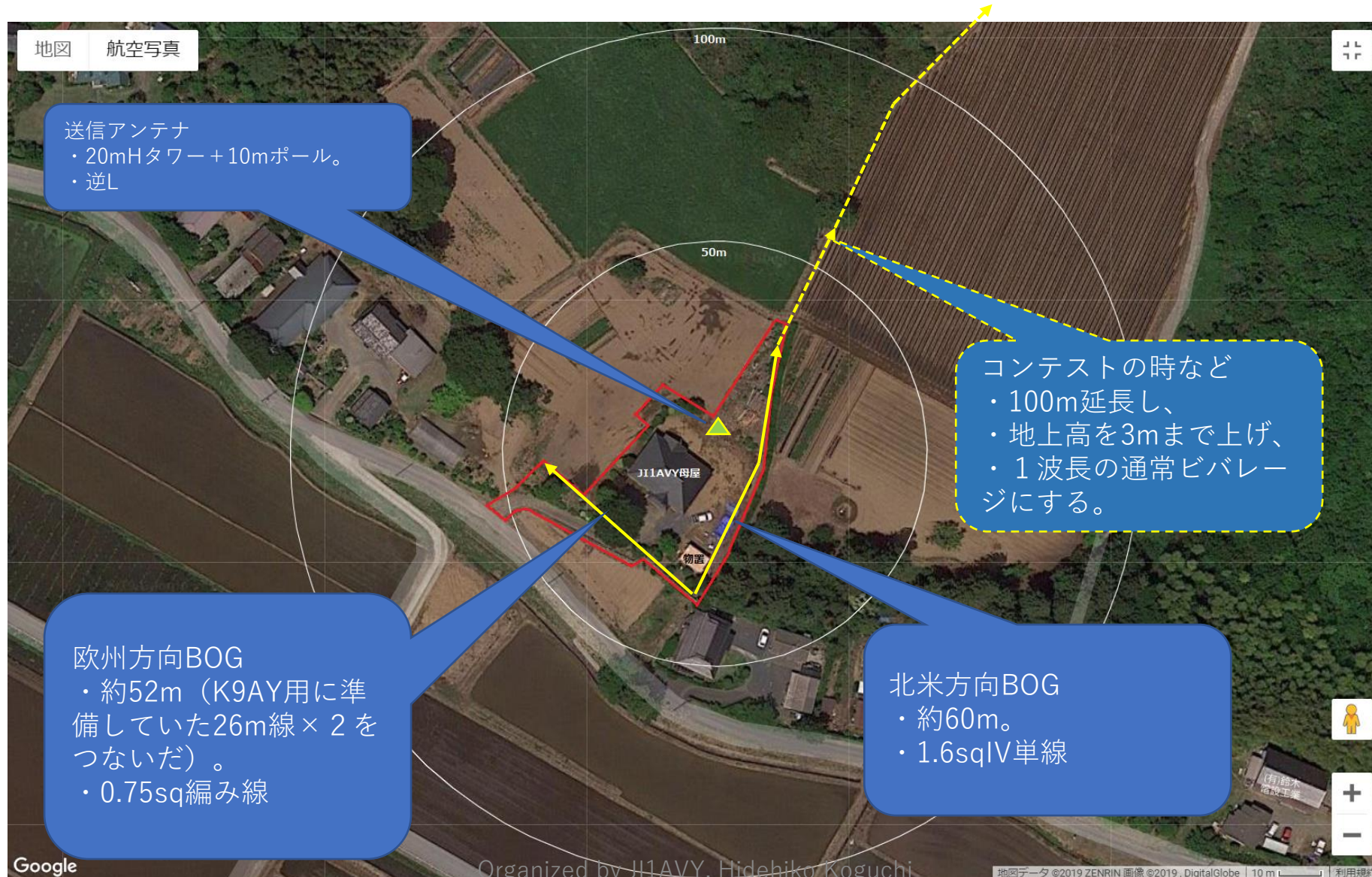
J11AVY 160m送信アンテナ



- ・最頂部地上高約30mのAki-special型逆L。
- ・ラジアルはエレベーター1本（末端の折り返し調整で1.8MHz-Hi/Lowに対応）。
- ・インピーダンス変換トランス（マルチUN-UN）を介して給電。念のため給電点直下にCMF。

II. BOGの実際

本日の主題：J11AVY かすみがうらシャックの受信アンテナ 北米方向×1と欧州方向×1の2本のBeverage On Ground(BOG)



BOGのきっかけ

- 2019-2020シーズンの後半に最頂部21mHで垂直部分18m長を確保できるように初期の送信用アンテナを整備。送信アンテナとしてはそこそこ使えるが受信が非常にノイジー。
- 受信アンテナ研究開始（設置とメンテが現実的で敷地内に収まるアンテナを目指す）
- 2020年秋、Loop On Groundを発見し半信半疑で実験。ホームセンターなどでよく見かける10mのアース線2本（たまたま手持ちがあった）を利用して一辺5mの正方形を地面すれすれに張ってみた。30mに共振し、30mでは静かでそこそこ聴こえることがわかった。160mではいまひとつ手応え感じられず。
- 2021年初、WW160のために100mほどの北米方向ビバレージを張ってみた。しかしコンテスト初日の土曜日は仕事のため北米オープンの時間にはオンエアできず。深夜から早朝の欧州オープンの時間は送信アンテナで聴くもノイズで集中できず・・・寝落ち。
- 翌日曜の昼に気を取り直して欧州方向にBOGを敷いてみた。モチベーションを高めてくれたのはVO1HPのBOG実践例。

大きな動機付けになったVO1HPによるBOGと逆Lの聴き比べ動画



BOGによる素晴らしいノイズの低減ぶり（了解度上昇）ぶりが示されている。

【動画から読み取れるBOGと逆Lの性能差は？】

BOGのとき：PREAMP ON

UA2FT=S2

逆Lのとき：PREAMP OFF

UA2FT=S4

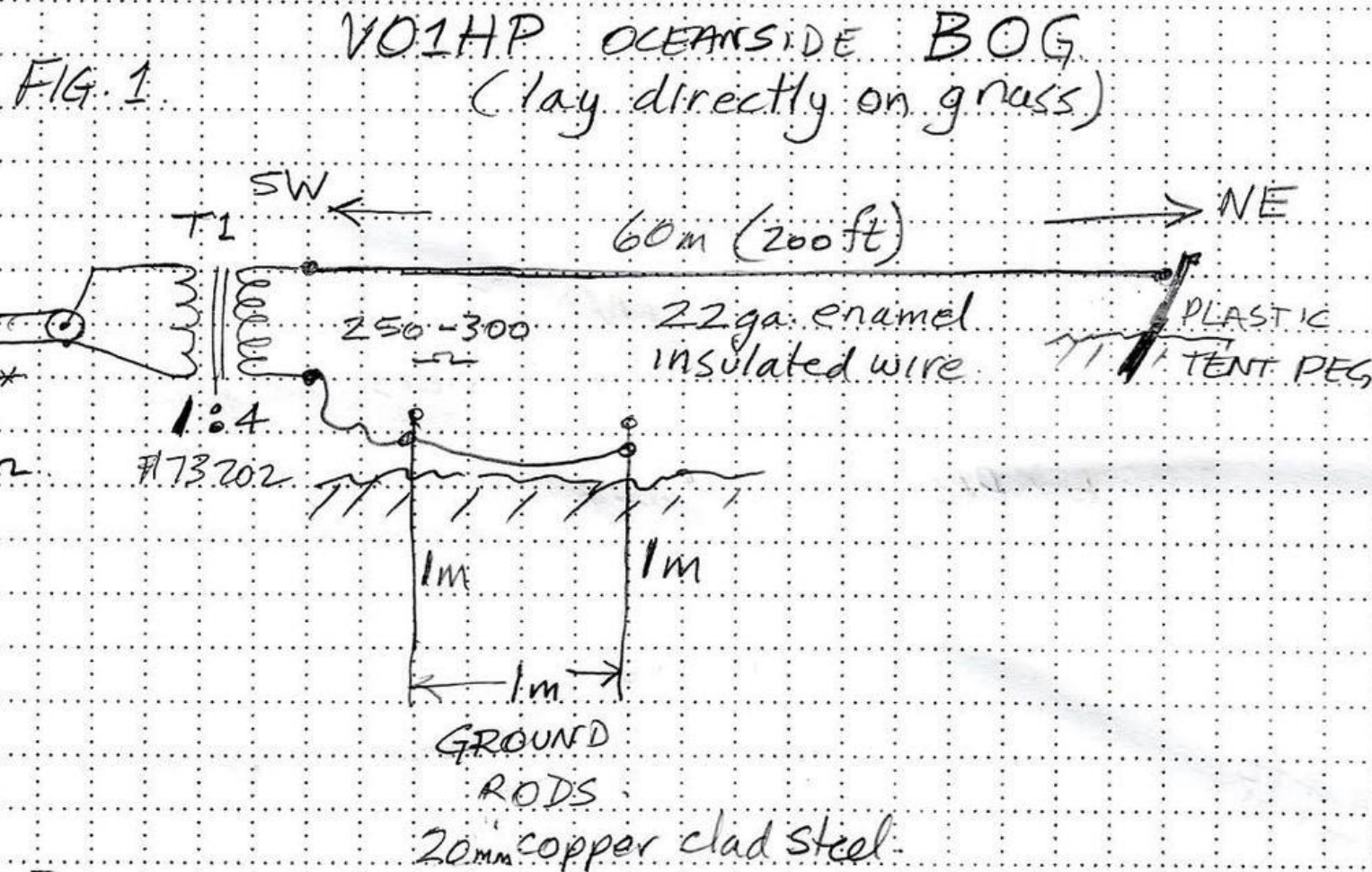
*ところで、ElecraftのユーザーフォーラムでのQAには「PREAMPのゲインは10db程度」との記述がある。
*加えて同上フォーラムではK3のSメーター1レベルの差は6dbとの記述もある。

つまり、BOGと逆Lには、 $12 + 10 = 22$ dbほどの受信感度の差があるということになる。ただし、ノイズレベルがこれほど下がり了解度が上がるのであれば感度の差を補って、BOGで得られる“メリット”は大きい。

<https://www.youtube.com/watch?v=1IMWx7HOvSw>

VO1HPのBOG構成図(1)

200ft BOG for 160/80 (#22ga. enamel wire - fed with 200ft RG6 choked) Unterminated i.e Auto-Reversing!!



* BASIC grade
Satellite RG6

VO1HPのBOGは、60m長で、終端していない（双指向性としている）。

海岸局との記述があるので、おそらく地面は砂岩地。エレメント地上高さは10cm程度と思われる。

- ・素のBOGのインピーダンスはおおむね250-300Ω。4:1の絶縁トランス（73材）でインピーダンス変換して給電している。

- ・給電線はRG6（75Ω）

- ・給電部のアンテナ側を1m間隔で打ち込んだ2本のφ20mm×1mのアース棒で接地

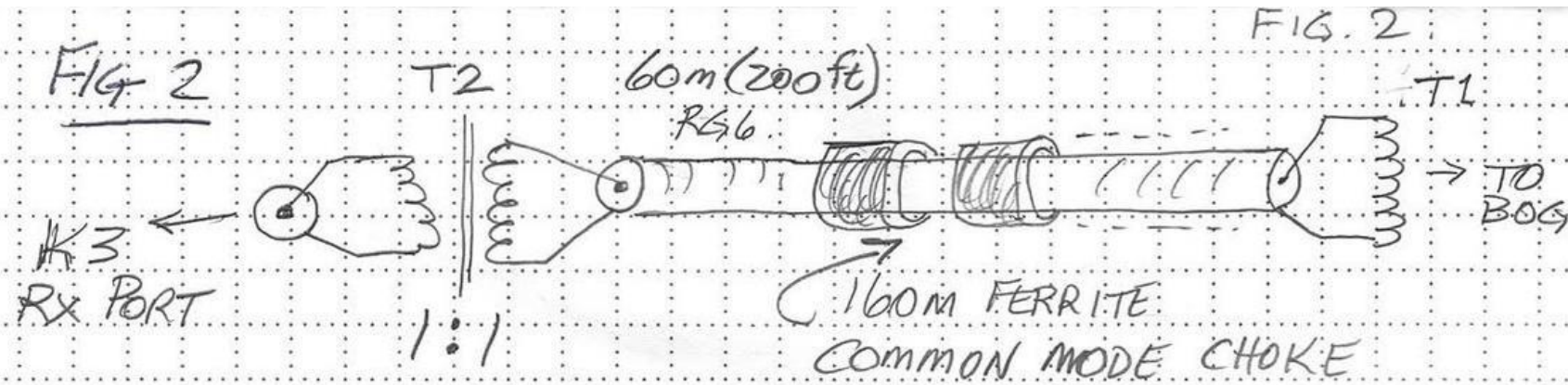
- ・外部プリアンプは使用せず、K3の内部プリアンプのみ。

- ・同軸の編み線側は接地しない代わりに、リグ側の受信アンテナ端に1:1の絶縁トランスを設置してコモンモードを遮断。さらに同軸にはコアを噛ませたコモンモードチョーク

- ・給電点とリグとの接続点の二つの絶縁トランスはいずれもメガネコア。73材。73202。

- ・なお、VO1HPの送信用アンテナは、逆L+FCP（Folded Counter Poise）

VO1HPのBOG構成図(2)



NOTE ① No external PREAMP
JUST PREAMP IN K3

② Do NOT ground shield of RG6

③ T2 1:1 to further isolate CM noise from K3.

④ 160M CM CHOKE PLACED AT FEED POINT

⑤ T1 & T2 BINOCULAR CORE #73 ferrite (73202)

・給電部のT1は4 : 1の絶縁トランス (73材)。アンテナのインピーダンスはおおむね250-300Ωなので、75ΩのRG6で給電。

・外部プリアンプは使用せず、K3の内部プリアンプのみ。

・同軸の編み線側は接地しない代わりに、Rig側の受信アンテナ端に1:1の絶縁トランス (T2)を設置してコモンモードを遮断。さらに同軸にコアを噛ませてコモンモードチョーク。

・T1、T2二つの絶縁トランスはいずれもメガネコア。73材。73202。

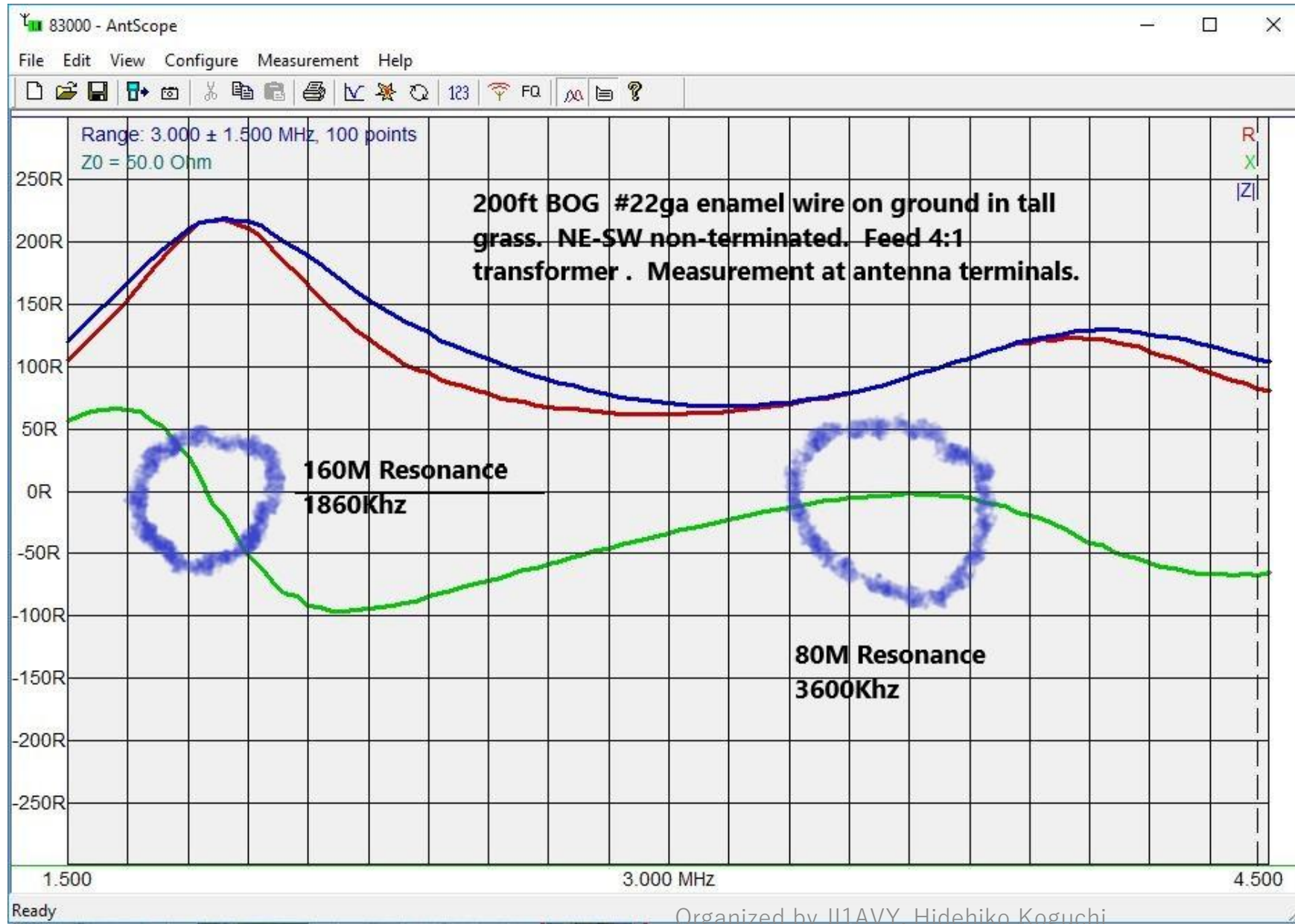
【JI1AVY小口メモ】

・絶縁トランスは余計なノイズを遮断する目的から必須。送信アンテナで用いるようなアース側がコモンラインになっているトランスはよくない。

・給電部の変換比が4:1であることは必然ではない。6:1にして50Ω同軸で給電してもよい。ただし、4:1のトランスは作るのが簡単で、かつ75Ω同軸は、50Ω同軸より安く入手できる。

・コアもメガネ型の73材でなくてもよい。メガネコア73材は比透磁率が非常に高いので、小型でかつ巻き数が少なく済むため工作が容易なのでよく用いられている。工作をいとわなければ普及している43材のドーナツ型でOK。ただし、トランス動作条件として給電線インピーダンスの5倍程度確保できるだけの巻き数を巻くには114-43以上の大きさが必要。

VO1HPのBOG測定

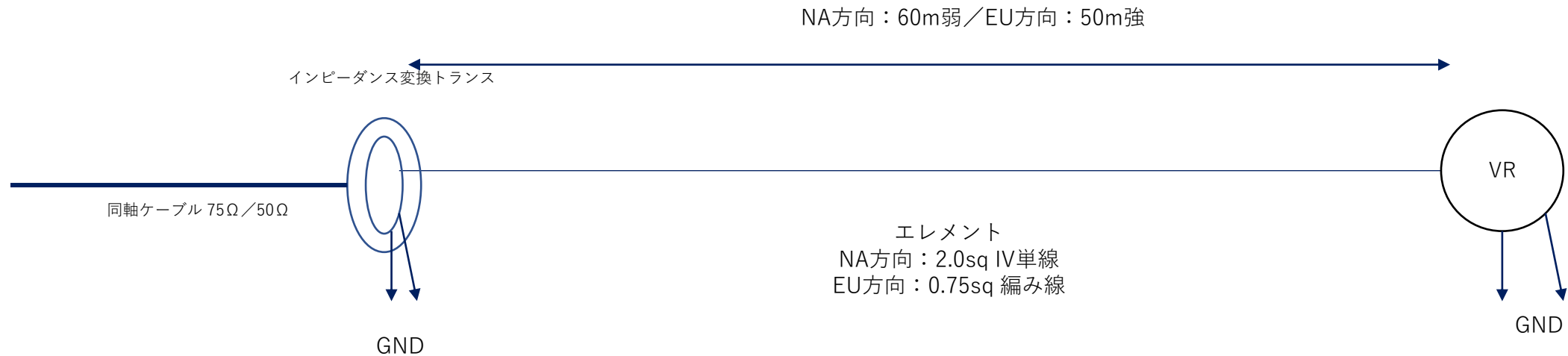


・VO1HPの測定によれば給電部での測定で、1860と3600あたりに共振点がある。

【JI1AVY小口メモ】

- ・BOGを、その名前の通りBeverageアンテナの一族と捉えるーつまり進行波アンテナとして捉えるーのであれば、この測定の意味は？
- ・Beverageアンテナの共振点とは？

J11AVY小口のBOG構成



- エレメント地上高は
北米向け：20cm~40cm（草刈の都合および正規ビバレージに即座に変身できるように）
欧州向け：ほぼ地上を這わせているが、一部道路をまたぐため3mほど浮かせた
- エレメント電線は、北米向けが2.0sq IV単線、欧州方向が0.75sq編み線。それぞれ一長一短ある。
- 同軸ケーブルはシャックまで60m長くらい。ほとんど地面を這わせている。
- 同軸ケーブルのコモンモード対策は特に施していない。
- 終端にVR（可変抵抗器）を採用。eBayなどで販売されているBOGキットを参考にした。

J11AVY小口のBOG給電部



Organized by J11AVY, Hidehiko Koguchi

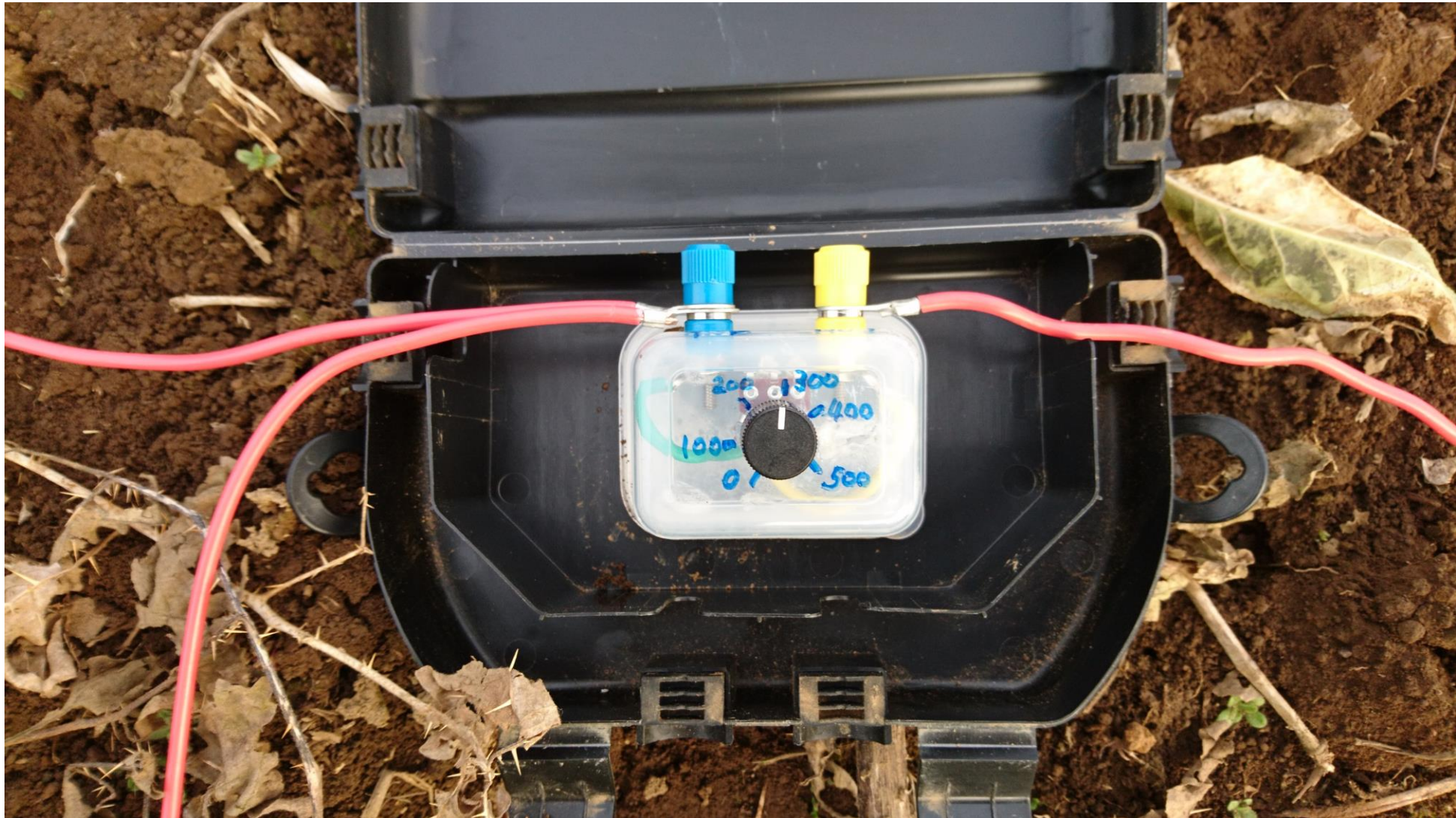
J11AVY小口のBOG給電部（インピーダンス変換トランス）



Jl1AVY小口のBOGエレメント



J11AVY小口のBOG終端部（VRボックス）



Jl1AVY小口のBOG終端部（VRボックス＋GND）



Jl1AVY小口のBOG（EU向け 2本目を追加）

*雨除けの傘は風でダメになったのでレジ袋に交換



Jl1AVY小口のBOG管理道具(1)

*電気防獣柵用の電線巻取りドラム。電線の回収・保管・再敷設にとっても便利。

*写真左のオレンジ色のドラムには、NA向けBOGを正規Beverageに変身させるための追加電線100mを巻き取ってある。写真右のタイプはドラム着脱可。電線量や太さに合わせてドラムも大小使い分ける。



JIAVY小口のBOG管理道具(2)

*農業用の支柱類。写真中、上の黒っぽいポールは電気防獣柵用の絶縁支柱。下は畑作用伸縮支柱。



Jl1AVY小口のBOG管理道具(4)

*畑作用伸縮支柱の頂部が十字に割りが入っているのが便利。ポールを地面に突き刺し、割の部分に電線を挟み、ポールを延ばせばたちまち正規Beverageを立ち上げることができる。庭仕事のとときに電線をちょっと持ち上げるのにも重宝。



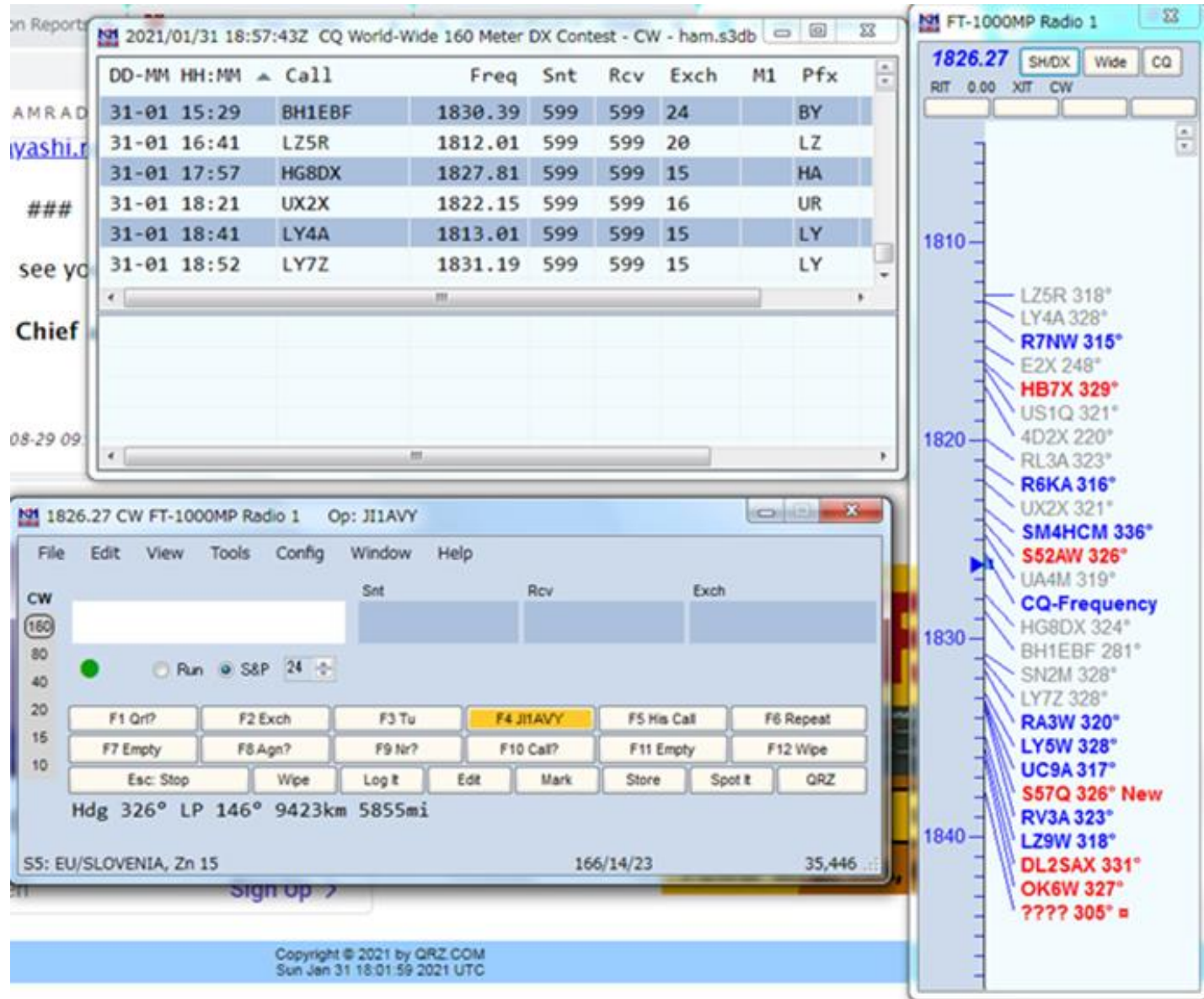
J11AVY小口のBOGの聞こえ具合



20210223
During ARRL DX

WD6T の CQ

01:00-
03:00-
がわかりやすい



【JE1KUC深山さんへのメール報告】

土日のCQ 160 WW CWに参加してみました。
受信アンテナとして

1. 北米向け160m長BOG
2. 欧州向け50m長BOG（日曜の昼に急いで敷きました）
のふたつを用意。
2の50mBOGが予想を超えて働きました。

ノイズなしの静かな環境にびっしり欧州局が並んだ印象。
CQを出すスキマが見つからないほど聞こえました。

遠くが聴こえるか？ーという聞こえたのはDLくらいまででしたが、聴こえさえすれば明瞭度5。

逆Lではノイズに埋もれるか、カスカスで難聴になりそうな信号が、BOGでは599のCW信号（耳S感覚）になります。

添付スクショは午前4時ごろのN1MM画面です。右側のBandMapは聴こえた信号が私が入力した記録です。

50mBOGのシミュレーション上のゲインはマイナス18dBくらい。わずかにF/Bがありますがほとんど無指向性。打ち上げ角50度くらい。まるっこいパターンですが、とにかくS/Nがいい。外部プリアンプはなしで大丈夫。十分手応えありました！
作った甲斐がありました！50mだと管理が簡単なものよいです。

III. BOGのリクツ

ちゃんと知りたいがなかなかわからない

Small Receiving Antennas 4 to 9 dB RDF



* RDF:Receiving Directivity Factor

- 4 dB: Bidirectional 8 foot diameter “magnetic” loop *close to the ground*
- 5 dB: Single vertical antenna (short vertical or $\frac{1}{4}$ wavelength vertical)
- 6 dB: 225 foot Beverage on Ground (BOG)
- 6 dB: 250 to 400 foot Beverage about 7 feet high
- 7 dB: Unidirectional terminated small loop
 - flag, pennant, EWE, VE3DO
- 8 dB: Close spaced arrays of two small terminated loops
 - K9AY Array
 - Shared Apex Loop Array
- 8 dB: Pair of 250 to 400 foot staggered Beverages about 7 feet high
- 9 dB: Two phased short verticals with 60 to 80 foot spacing
- 9 dB: Triangle array of phased short verticals with 60 to 80 foot spacing

225foot（60m強）のBOGは、400foot（160mで4分の3波長）の正規Beverageと同等のRDFであると位置づけられている。



なぜ、
地面を這うほど地上高さが低く、
長さも短いBOGが、
正規Beverageと競れるのか？

BOGの“アンテナ工学的” 強みと弱み

【強み】

地表に近接することで高い短縮効果（速度係数の上昇）を得ることができ、物理的な長さを短くできる。

【弱み】

地表に近接することで減衰効果が急速に生じ、“自己終端（Self termination）作用”が働くために、物理的な長さの限界が生じる。



上記は、BOGとは理論的・実践的にどのようなものなのかを明らかにしようとする実験と議論が、Topband Reflectorなどで繰り返された末にわかってきたこと。実験や議論はわりと最近（2010年前後から）行われている。それ以前は、伝聞情報が記されている場合が多く、例えばLowBandDxing2004年版の受信アンテナの項で著者のW8JIによるBOGの記述は明らかに「聞いた話」をまとめたもの。真剣に読むと「？」がいくつも生じる。BOG的なアンテナの活用事例はかなり以前からあるようで、少なくとも1960年代末のQSTの記事では「Long Wire on ground」に言及しているものがあつた。もっと古くは「そもそもBeverage博士が最初に長波帯で実験したのは全長10マイル（！）におよぶBOGだった」という伝説も語られている。

現状、“定説”とされている結論は、以下二つ。

①BOG（＝地表に這わせた電線）の速度係数は、おおむね50%±である。

②BOG（＝地表に這わせた電線）が自己終端を起こす長さは、おおむね200feet±である。

ここから、「BOGは200feet（50-60m）程度が最適で十分」とされている。前述のW3LPLの講演資料はその点を踏まえている。

速度係数はBeverage系アンテナの性能の本質にかかわる

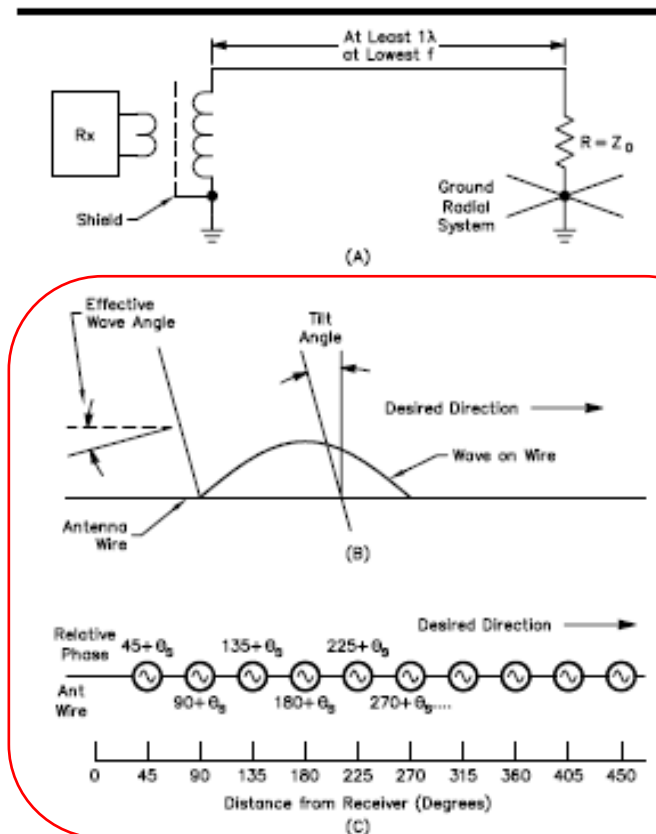


Fig 20—At A, a simple one-wire Beverage antenna with a variable termination impedance and a matching transformer for the receiver impedance. At B, a portion of a wave from the desired direction is shown traveling down the antenna wire. Its tilt angle and effective wave angle are also shown. At C, a situation analogous to the action of a Beverage on an incoming wave is shown. See text for discussion.

電波がアンテナのある地点に達すると、そこで電圧を誘起し、アンテナエレメント上の両方向に波が伝わっていく。ただしアンテナ先端方向へ伝わった波は終端で吸収されてしまい反射しない。一方、給電部方向へ伝わる波は、空間波と重畳されていく。この波と空間を伝わる電波のフェーズが同一なら、重畳の結果は最大（利得最大）になるが、フェーズが180度ずれていたら打ち消し合ってゼロになってしまう。したがって、Beverageアンテナでは、エレメントの速度係数をできるだけ1（100%）に近づけ、フェーズずれを最小に抑えることが性能を引き出す勘所になる。

フェーズシフトを求める理論式

$$\theta = 360 \left(\frac{100}{K} - 1 \right)$$

Kは速度係数（1~100の百分率の数字）。ここに50を代入すると、 $\theta = 360$ 。つまり360度（1サイクル）ずれとなる。

BOGが都合よく働くのは、速度係数0.5（50%）±まで落ちるからと思われる。理論式に当てはめると、速度係数0.5は360°のフェーズシフトとなり、波の高低のタイミングだけ見るならフェーズシフトゼロになる！

波が強まったり弱まったりする理由

電波や通信関連でよく位相（Phase、フェーズ）という言葉を使うことがあります。位相とは、周期的な運動（波動）などの中での状態とか、位置を表す言葉です。

海の波を見ているときに、目の前を波のどの部分が通過しているか、といったものが位相です。あるいは、sin、cosのグラフの中の位置も位相です。

sinグラフを使って位相を考えてみよう。sinカーブは、円周上の上を移動する点と中心との角度を使って作ることができ、sinカーブの周期は、 $0 \sim 2\pi$ で表せる。角度を π で表すには、半径が1の円のとき円周の長さが 2π になることを使う。円の一端をゼロとして、円周に沿って一周移動したときの距離が $0 \sim 360$ 度の角度に相当するため、 90 度は $1/2\pi$ 、 180 度は π 、 360 度は 2π となる（上）実際の波動では、位相の位置とは波動の動くスピードと周波数から決まる「時間」、あるいは波長で見れば、長さに相当するが、 $0 \sim 2\pi$ （ $0 \sim 360$ 度）で表せば、どのような速さ、周波数の波でも、同じ位置を同じ数字で示すことができる（下）

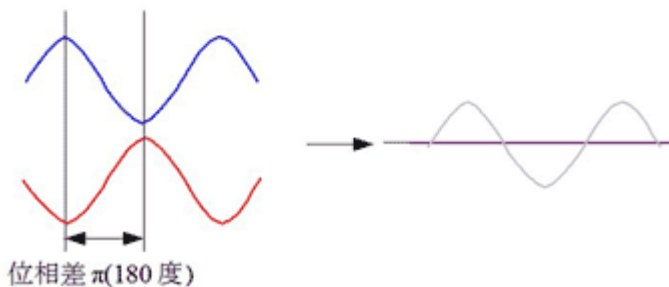
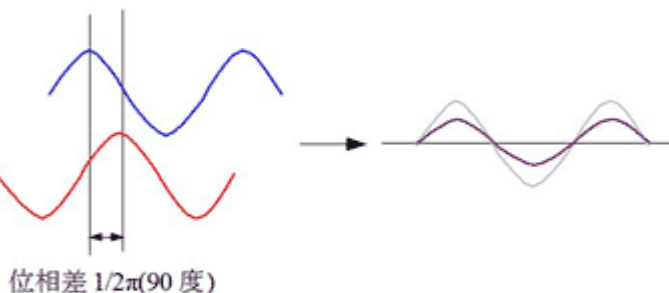
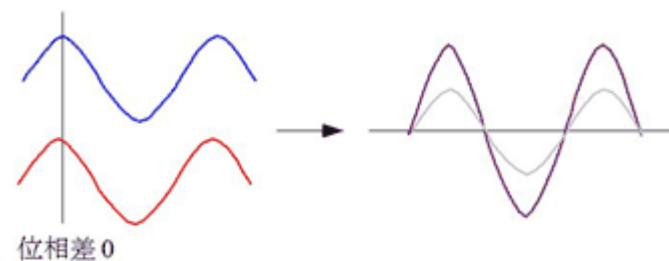
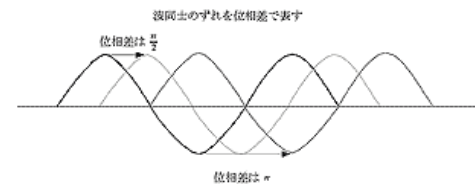
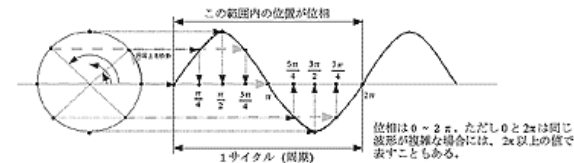
同じ形の2つの波があるとき、その位相の違いを位相差といいます。位相差がゼロとは、2つの波形がまったく同じ変化をしていることであり、位相差があるということは、どちらかが遅れているか、進んでいるかということです。

2つの同じ形の波がぶつかったとき、その場所に着目すると、そこでの位相差により、波の状態が変化します。2つの波の位相が同じ場合（＝位相差がゼロ）、波はお互いに強め合うようになります。これは、波のプラス側同士、マイナス側同士が重なるからです。逆に位相がわずかでもずれていると、波のプラス側とマイナス側が重なり、そこは振幅が小さくなります。この状態で、2つの波から合成された信号は歪んでしまいます。位相差が大きくなると、そのゆがみは段々大きくなり、ピークの部分が小さくなっていきます。さらに位相が π （ 180 度。ちょうど波長の半分）までずれると、プラス側とマイナス側が完全に重なり、信号は打ち消し合ってしまう。さらに大きくなるとまた歪んだ信号があらわれ、 2π （ 360 度）でまたお互いに強め合う状態に戻ります。

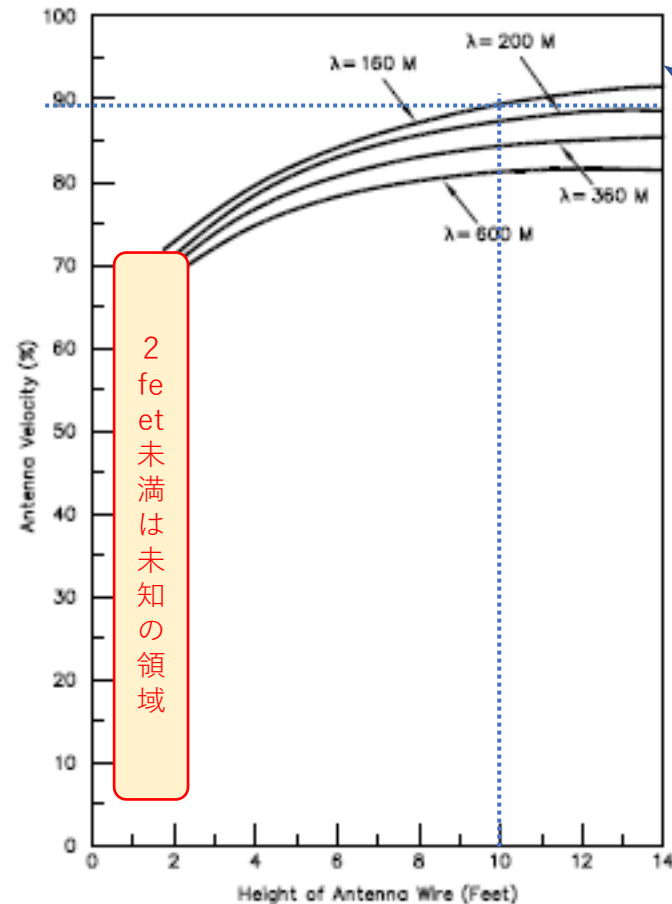
位相差が 0 、 2π のとき波は強くなるが、位相差が π （ 180 度）のとき、波は完全に打ち消しあう

電波通信では、この位相を変化させることで変調を行うことができ、これを「位相変調」といいます。簡単にいうと、送信する信号の位相を変化させることで、情報を電波に載せるわけです。位相変調を行うと、電波の振幅は変化しないため、一定の振幅で信号を送ることができ、信号品質を上げることができます。このため、位相変調は、PDCなどの携帯電話で利用されています。

<https://www.itmedia.co.jp/bizmobile/articles/0504/19/news008.html#:~:text=%E5%90%8C%E3%81%98%E5%BD%A2%E3%81%AE2%E3%81%A4%E3%81%AE,%E7%8A%B6%E6%85%8B%E3%81%8C%E5%A4%89%E5%8C%96%E3%81%97%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>



Beverageアンテナの電線地上高と速度係数の関係（BOGは未知の領域）



ARRLハンドブックをはじめ、Beverageアンテナの解説文献によく登場するグラフだが、すべての原典は1922年のBeverage博士によるQST記事（ないしIEEE論文）。このデータは理論計算ではなく、Beverageらによるフィールド実験で求められたもの。しかも160mについては実験はおこなわれておらず、あとから「外挿」して求めた。BOGの領域となる2feet未満についてのデータはない。どのようなカーブでどこまで下がるのか???はわかっていない。

* Beverage博士は、地上高を100mくらいにとれば速度係数は1になる（1969年のインタビュー）と語っている。「が、そんなことは現実的ではないので、実用アンテナの地上高は3mにした」。「3mくらいのところで速度係数はほぼ1に近づき、それ以上上げてもほとんど変わらない。だから3mくらいでよかったのだ」。

Fig 21—Signal velocity on a Beverage increases with height above ground, and reaches a practical maximum at about 10 feet. Improvement is minimal above this height. (The velocity of light is 100%.)

* 出典：ARRLアンテナブック

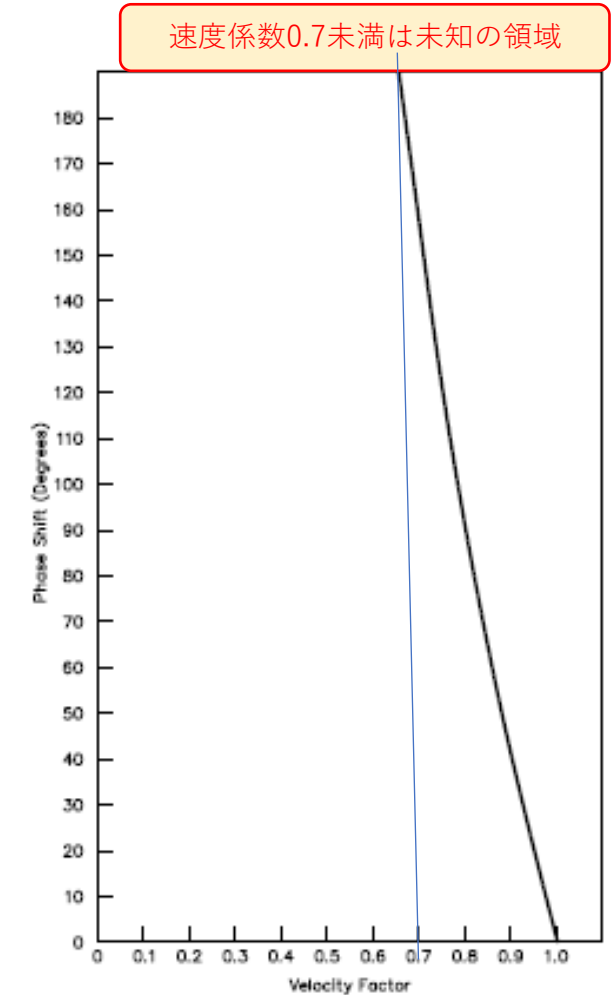


Fig 22—This curve shows phase shift (per wavelength) as a function of velocity factor on a Beverage antenna. Once the phase shift for the antenna goes beyond 90°, the gain drops off from its peak value, and any increase in antenna length will decrease gain.

【弱み】

地表に近接することで減衰効果が急速に生じ、“自己終端（Self termination）作用”が働くために、物理的な長さの限界が生じる。



こちらはよくわからない。

－波長見合いなのか？ 電線の絶対長なのか？

－自己終端を起こす長さを超えてBOGを張ると挙動がおかしくなり、しまいには指向性が反転してしまう・・・と言う人もいる。

【＋弱み】

BOGは「環境条件に左右されるため再現性が高くない」という弱みもあるようだ。

性能を引き出すための重要ポイントとなる速度係数は、①地上高だけでなく、②地面の含水率、③地面の導電率にも支配される（関数である）－とされている。②と③がおそらくクセモノで

TopBandRefectorには「同じ家の敷地内でもうまく働くBOGと働かないBOGが生じる」といったコメントとそれをめぐる議論が記されている。乱暴な人は「BOGに水やりをしたらうまくいく」とか。

「名前の付け方が悪かった。BOGはBevarageとは根本的に違うアンテナなのだ！」とまで。

BOGに関するかなり凝ったアマチュア実験：大変参考になります。

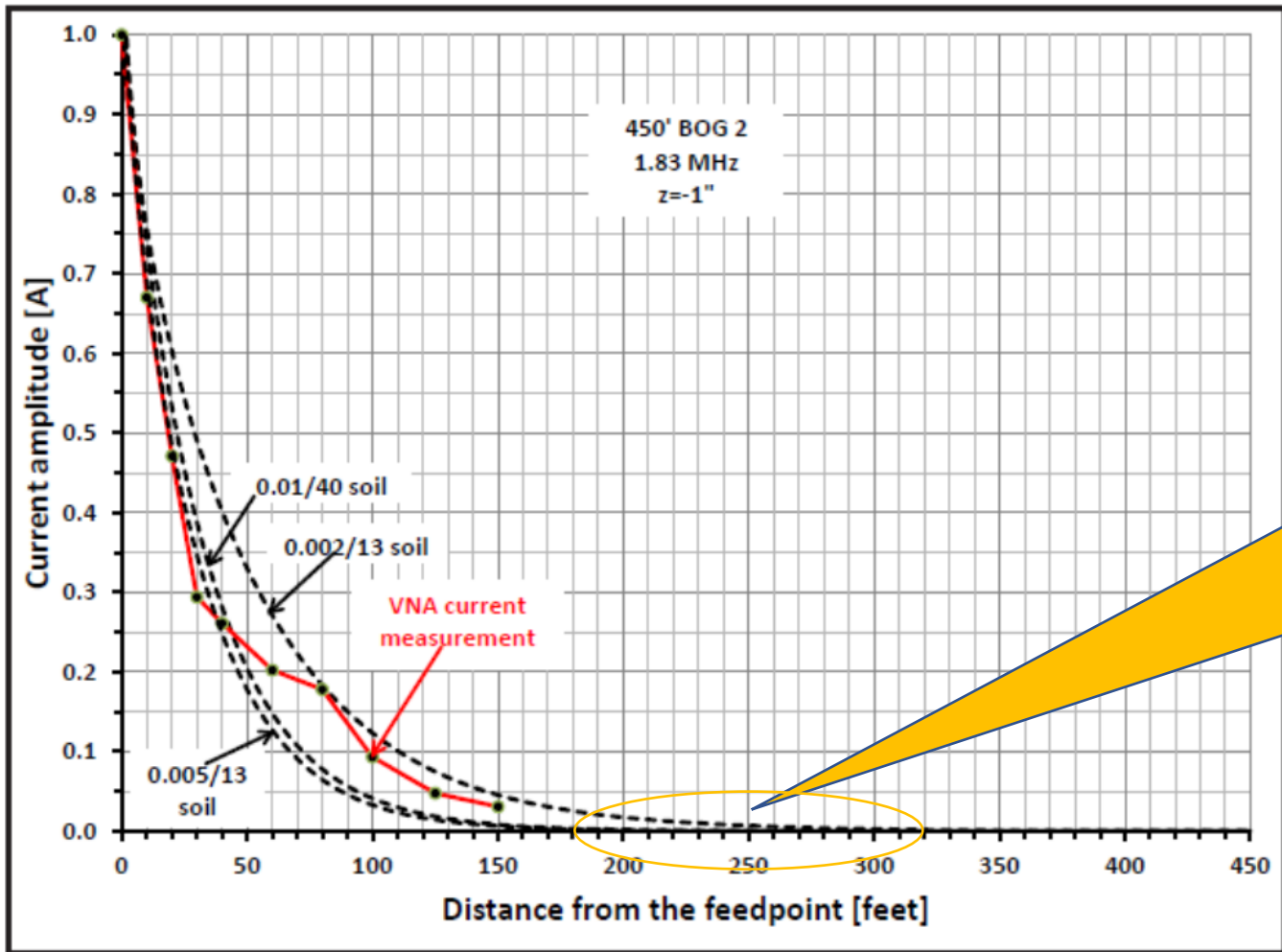
Rudy Severns, N6LF

PO Box 589, Cottage Grove, OR 97424: n6lf@arrl.net

The Case of Declining Beverage-on-Ground Performance

Detailed modeling and measurements that validate the use of NEC help explain why over the course of two winter seasons the performance of the Beverage on the Ground (BOG) antenna dropped off dramatically as the antenna slowly sank into the ground.

<https://rudys.typepad.com/files/qexjul-aug-2016-bog.pdf>



【N6LFの記事中の図38を抜粋】
BOGのエレメント上の電流をシミュレーションし、かつ実測したデータをプロットしたもの。シミュレーションは3種類の土質について行われている。この図で、給電点から150~250feet離れたところで電流がゼロになる結果が示されており、実測データもそれらの中間をたどるかたちで降下している。これこそ「自己終端作用」の表れと思えるが、N6LFはその点についてなにも言及していない。当たり前と思っているのか、その点には興味がなかったか？

Figure 38 — Measured and computed BOG current amplitude.

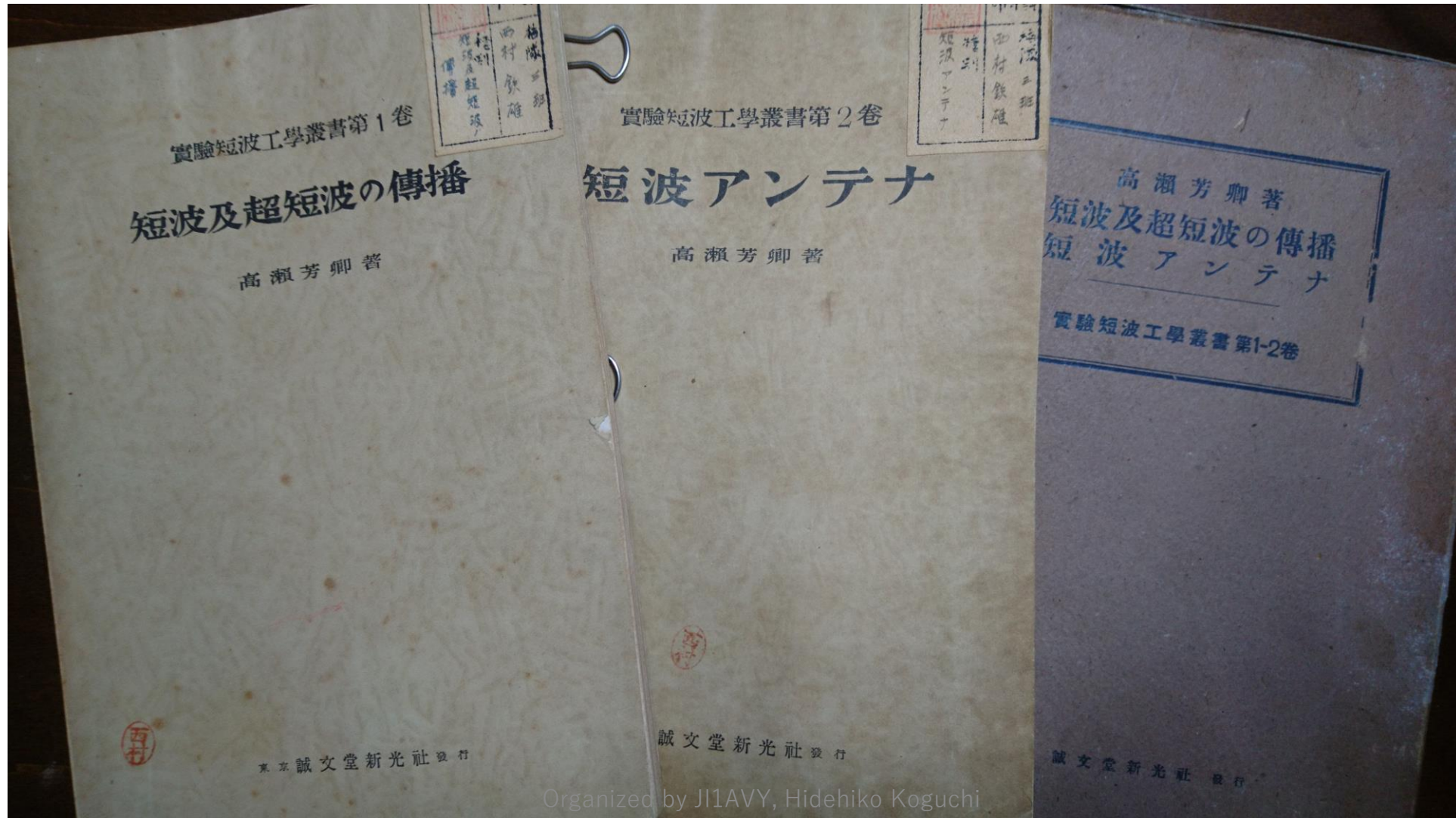
【BOGの素朴なナゾ】

1. SNが良いのはなぜか？：Sメータ読みでのノイズフロアはほとんどゼロになり、「ジャッ」「バシッ」という遠雷的ノイズも躲せる。なぜ？
3. 草や土をかぶってはダメだという。つまり埋めてはダメだというのだが、一方で「埋めて大丈夫」と言っている人もいる。これはなぜか？

IV. まとめ
文献探索してわかった
「160mはBeverage博士のMissing Children」

昭和11年初版（15年 8 版） 短波及超短波の伝搬/短波アンテナ 誠文堂新光社

ARRLハンドブックやQST記事をたくさん引用し、当時の160m帯のアンテナについても豊富な紹介がある。RCAの最新方式の受信アンテナの項目もあるものの、Bevarageアンテナは登場しない。



V. 補遺

・「BOGの長さの限度が50m~60m程度であるのはSelf Termination（自己終端）による。限度を超える長さのBOGは挙動がおかしくなる」という米トップバンダーの議論を紹介し、オンラインプレゼン中にも議論になった。プレゼン準備中とプレゼン中に失念していたことだが、Beverage博士の原論文には「Beverageアンテナの最大長」に関する解説があった。下の赤枠内が同原論文からの該当部分抜粋である。

ly subtract. The maximum length that it is feasible to use is that length at which the current in the wire lags 90 degrees behind the wave in space. This length is given by the formula:

$$L = \frac{\lambda}{4 \left(\frac{100}{C} - 1 \right)}$$

where

λ = wave-length in meters.

C = signal velocity on antenna expressed in per-cent velocity of light.

For example, from Figure 8 we find that the velocity of the currents in the two wires suspended at a height of 10 feet is about 88% of the velocity of light for 200 meters, so the maximum usable length is:

$$L = \frac{200}{4 \left(\frac{100}{88} - 1 \right)} = \frac{200}{.544} = 367 \text{ meters.}$$

Therefore it is not feasible to use a two-wire antenna suspended at a height of 10 feet more than two wave-lengths long for 200 meters. By increasing the height, the

Beverage博士が示している最大長とは、給電点でのフェーズシフト（空間を伝わる波と電線上を伝わる波の速度差）が90度に達する長さである。フェーズシフトが90度を超えると急速に減衰が起こるので（＝山と谷が打ち消し合うので）アンテナの性能が失われる。

Beverage博士は論文中では高さ10フィート（3m）に架設したBeverageアンテナの速度係数が88%であるとして、波長200mの場合を例示している。波長160mで計算し直す場合は、もう少し速度係数が上昇（＝波長に対する相対的地上高が少し高くなるので）し90%程度になるので、それぞれ数値を代入すると、結果は360m。160m帯では最長で2.25波長くらいまでのBeverageが所定の性能を発揮するということになる。このことはトップバンダー界限で言われてきた通りなのだが、あのLowBandDxingの中でも、もっと長いBeverageについて語られているのは奇妙なことである。

さて、BOGの場合は、地上高ゼロになり、この場合に速度係数がどの程度まで低下するかについてはBeverage博士の原論文にもデータは示されていない（Beverage博士らが示した速度係数のデータはフィールド実験によって得られたものであり、同博士らは2フィートより低いアンテナの実験はしていない）。しかしながら、2016年のN6LFの実験や、NC州周辺のトップバンダーによる実験、さらには日本の新潟大学での地面レーダー研究に付随する実験の結果を参照すると、BOGの速度係数は、おおむね50%-60%程度と推定される。

160m帯で速度係数50%をBeverage式に代入して得られる結果（最大長）は40m。同60%だと60m。私が実験した50m前後はちょうどこの範囲に入る。

どうやらSelf Terminationの議論とは、主にフェーズシフトに起因するように思える。

* 地面に近接した電線を伝わる高周波のふるまいは原理的には「主に地面の導電率と含水率」に支配されるとされているが、現実にはそれぞれのロケーションでの試行錯誤によって実用解を求めることになる。雪に埋もれてしまったり、氷上においたときにどうなるかについては新潟大学の研究などで少し言及されているので。引き続き、それらを読み込んでみたいと思っている。