

**GPS Antenna Splitter – High Isolation Type**  
**GPS アンテナ 分配器 - ハイ・アイソレーション型**  
武安義幸 / JA6XKQ

自作 GPS 同期オシレータの特性検討の比較基準として Z3801A を借用して実験を継続しています。比較検討するにあたって、2系統の変動要素/相違要素を減らし、オシレータ部分のみの比較となるようにアンテナ(写真-1)は共用としました。

実験に着手してみると受信機がアンロックとなり、当初は安易に



**写真-1** : パッチ・アンテナ

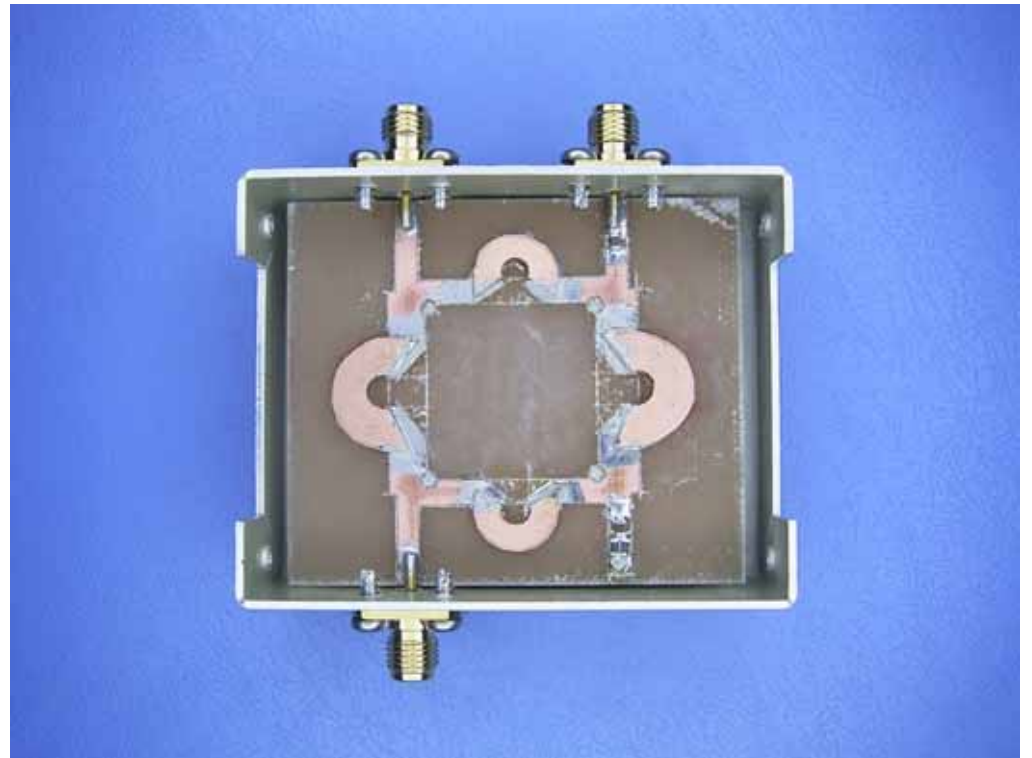
(C) 2006, Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ

考えていた分配器が実は重要であることが判明しました。

分配器についての検討過程と対策をまとめます。

**アイソレーションが重要**

結論を先に述べると、分配器のポート間アイソレーションが重要なポイントです。



**写真-2** : 自作のブランチ型カップラ - U字は調整ライン

(C) 2006, Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ

当初、CS/BS TV 用に市販されている分配器(2種)を使用したところアンロックを生じたので分配器を疑い、調べてみると次のようなことが判りました。

- 2分配器の分配損失が 10 dB ~ 15 dB 程度と大きい
- 片ポートの終端によりレベルが変動する
- 片ポートを終端する(受信機一台)とアンロックは生じない

これらのポイントから、問題はレベル(損失)ではなく、ポート間アイソレーションであろうと見当をつけ測定してみると、わずか 6 dB 程度のアイソレーションでした。

レベルよりもアイソレーション重視の観点から、10 dB のディレクショナル・カップラを試してみると、アンロックの頻度は下がるものの、完全にアンロックは解消しません。

GPS 受信は狭帯域で良いことから、スポット周波数でアイソレーション特性が良いブランチ型カップラ(写真-2)を製作して試してみました。しかし、結果はディレクショナル・カップラと大差がありません。

## ハイ・アイソレーション型分配器

GPS アンテナ分配器を調査してみると、「ハイ・アイソレーション型」を謳った製品が存在することが判りました。それらのなかで、SYMMETRICOM 社の製品カタログにハイ・アイソレーション

の必要性が説かれていました。[1] その理由とは、受信機のローカル・オシレータ(局発)からの漏れが分配器を通じて他方の受信機に干渉を発生するからです。

なるほど、合点がいきました。Z3801A をお手本にと、自作GPS-DOでは同じ MOTOROLA 社の VP-OnCore 受信機を使用しています。同一受信機(同一周波数構成)ということで、ローカル・オシレータ漏洩による干渉が顕在化したものと思われます。他に2種類の受信機を所有していますが、干渉問題に相違があるかは未確認です。

SYMMETRICOM 社のカタログでは、ポート間アイソレーションとして(機種毎に異なるが、その最小値として) 40 dB typ. が謳われています。類似製品も見ると 50 dB というものもありますが、この類としては最低でも 40 dB のアイソレーションを確保する必要があり、それらを「ハイ・アイソレーション型」と特化しているようです。

アイソレーションの要求値が具体的に判明しましたので、これまでに試した分配器のアイソレーションを改めて測定してみました。

- |                      |   |       |
|----------------------|---|-------|
| • 市販の CS/BS TV 用分配器  | : | 6 dB  |
| • 10dB ディレクショナル・カップラ | : | 31 dB |
| • 自作ブランチ型カップラ        | : | 37 dB |

これらでは力不足であることを再認識した次第です。

## ハイ・アイソレーションを目指して

分配器のアイソレーション改善策としては、自作ブランチ型カップラを攻めることにします。

ネットワーク・アナライザで測定しながらブランチ型カップラをチューニングして、40 dB 以上のアイソレーションを確保することは、技術的には可能です。しかし、測定器確保と息をつめてのチューニング作業(やると解りますが、最良点はスポットでチューニングに敏感)には疑問があります。調整感度が低い手



写真-3 : パッチ・アンテナ改造によるアンプ(右下)

(C) 2006, Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ

法が本質的に簡単であると考えます。

まず試したのが、アンプの S12 (入出力間アイソレーション) に期待する、**図-1** に示す方策。 **写真-3** に示すのは、パッチ型 GPS アンテナ (TNX to JA1CPH) からパッチ・アンテナを取り外し、代わりに入力コネクタを装着したアンプです。これを分配器の出力側に装着して、アイソレーション改善を狙ったのですが、結果は受信機のアンロックを生じるものでした。具体的に S12 が幾らであるかを未確認のまま試したでは、そもそも駄目なアプローチでしょう、、、

次に、**図-2** に示す、分配器と上記アンプ間に 10 dB のパッドを挿入してアイソレーションを改善する方策。こちらは、確実にアイソレーションが 10 dB 改善されるはずですが、レベル配分としては、アンプのゲイン(約 25 dB と推定)でパッドのロス補償さ

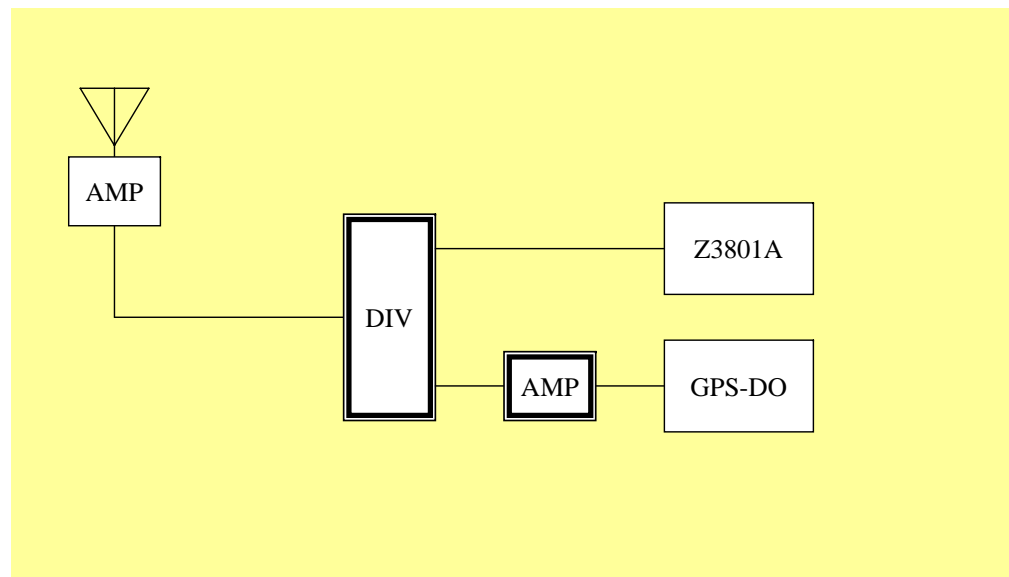


図-1 : アイソレーション改善策 - アンプ追加

(C) 2006, Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ

れますが、システム総合でのNF(Noise Figure)劣化を避けるためには、パッドとアンプの順序を逆にすべきです。使用したアンプが同軸に電源電圧を重畳するタイプであるため、手っ取り早く実験する目的から、このような配置となっています。

さて、この対策の結果は期待とおり良好なもので、受信機のアンロックは一切生じないようになりました。10 dB のパッドをステップ・アッテネータに換えてアンロックを生じる限界値を調べたところ、明確にそのスレッシュホールドが判るものでした。アンロックを生じないためには 4 dB 以上のアッテネーションが必要であり、すなわち、41 dB 以上のアイソレーションを確保すべきことが確認できました。

2番目の対策は NF 劣化が気になるので、駄目押しとして分配器出力にアイソレータ (TNX to JF1WKX) を挿入する 図-3 を

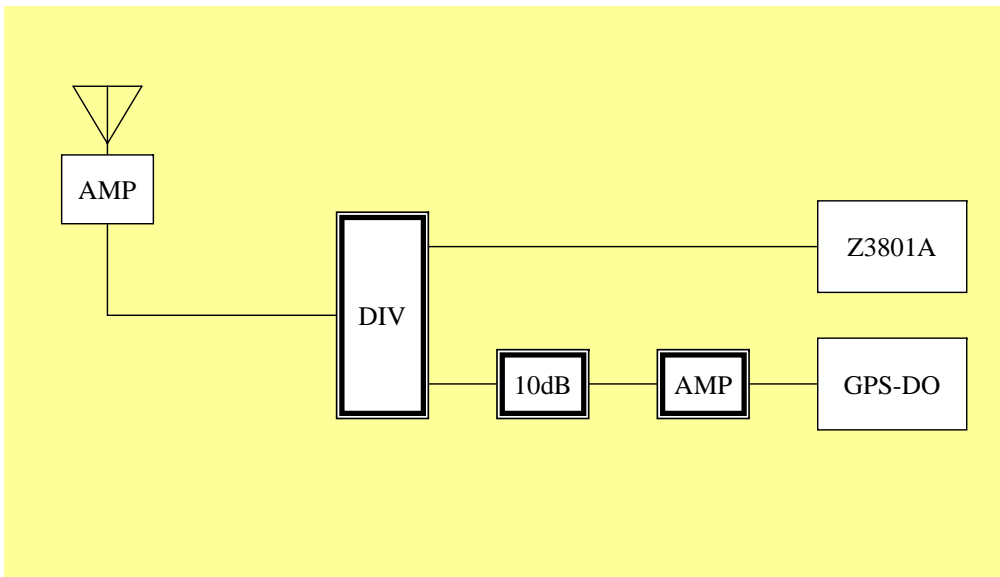


図-2 : アイソレーション改善策 - パッド+アンプ追加

試してみました。約 23 dB のアイソレーションを有するアイソレータと 37 dB の分配器で、単純には 60 dB のアイソレーションが確保されていることになります。

2番目と3番目の対策での総合 NF の相違を、各要素にそれぞれの性能を仮定して計算してみると、3番目のアイソレータを用いた対策の方が良いことが解ります。確かに、受信機が出力する  $E_b/N_0$  の値も約 1 dB ~ 2 dB 良い結果を示しています。

### 今後の指針

アイソレータが借用品であり、分配器とパッドで必要なアイソレーションが確保できることが確認できましたので、恒久的な対

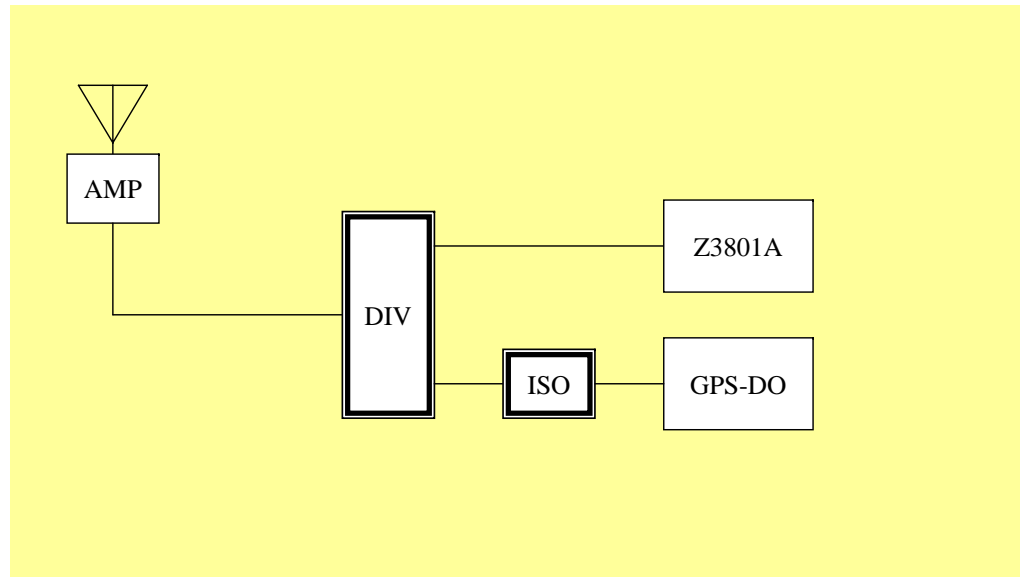


図-3 : アイソレーション改善策 - アイソレータ追加



策として分配器をまとめ上げたいと思います。

その指針は以下のとおりです。

- ブランチ型カップラ(またはウィルキンソン型)を使用
- 不足するアイソレーションをパッドで補う
- パッドでの分配損失増加をアンプで補う
- アンプを分配前に挿入することで、パッドによるNF劣化を補う
- アンテナと分配器内アンプへのバイアス・ティイを内蔵させる

ブロック図を 図-4 に示します。

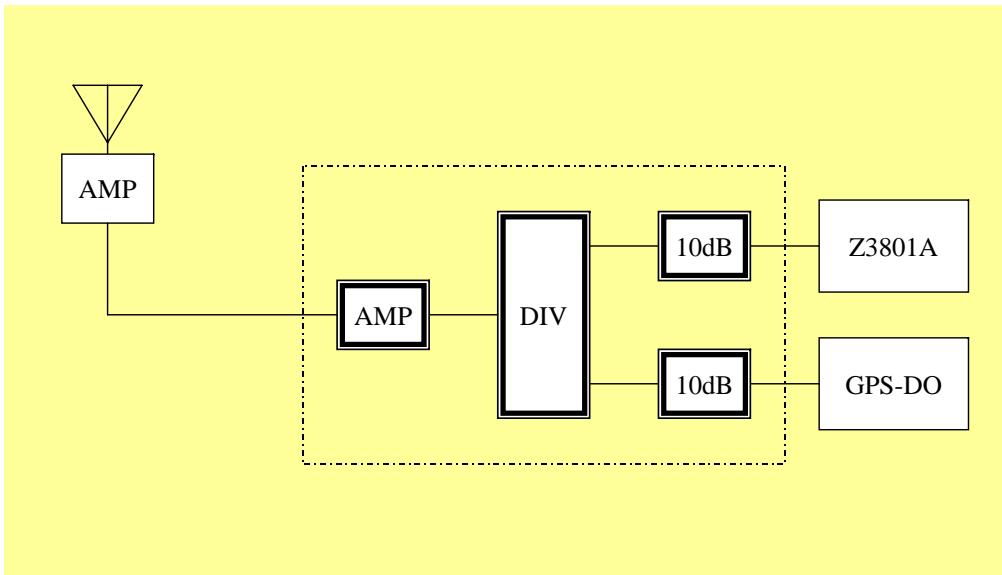


図-4 : ハイ・アイソレーション型分配器の構想

## まとめ

GPS 受信の分配器においては、アイソレーション特性が重要であることが判りました。その対策として、分配器部分だけでアイソレーションを確保せずに、分配器は無調整として、パッドで特性を補うことが簡便であるとの結論にいたりました。

ハイ・アイソレーション型を謳う分配器では、概ね同様な構成であることが、本実験の終了間際に判るというオチがつかしました。しかし、自身の手で確認した結論と市販製品が同様であることから、「車輪の再発明」に自己満足を得たところです。

最後に、GPSパッチ・アンテナを提供していただいた JA1CPH / 高木さんと、アイソレータを借用している JF1WKX / 勝間さんに感謝します。

//

## 参考資料

[1] GPS Active Splitters, SYMMETRICOM INC.

<http://ngn.symmetricom.com/pdf/datasheets/ds-gps-active-splitters.pdf>