

このファイルは大澤さんのご厚意でJAMSAT NL-309から抜粋された物です。

SatPC32/SatPC32ISS アプリ使用記

JF1PTU 大澤 勝朗

1. はじめに

国内では、衛星通信でのアンテナ制御、ドップラー制御に CALSAT32 を使っている方が多いと思いますが、私も長年、愛用しています。昨年の暮れに CQ 誌で中軌道衛星 (MEO) である Greencube (IO-117) デジタル衛星の記事が載っていました。衛星通信での海外 DX が楽しめるということで興味を持ちました。そろそろ HF・50MHz 帯の FT8 DX 通信も一段落したところでしたので、挑戦してみることにしました。

IO-117 は高度が約 5800km と他の低軌道衛星 (LEO) の高度 400~1500km に対して高く、欧州、アジア、北米が同時に見える位置を衛星が周回しており海外 DX が楽しめそうです。また、FT8 と同じように文字通信なので言葉の壁もなく英語が苦手な私には向いている通信です。

IO-117 にはパケット通信が可能な 435MHz 帯のデジピータが搭載されていますが、パケット通信も初めてでした。

ネット検索してみると、私のアンテナ設備 (9el クロス八木 +15dB プリアンプ、方角・仰角ローテータ)、無線機 (IC-9700) もそのまま使えることが分かりましたが、CALSAT32 では同一バンドのスプリット運用でのドップラー制御はできないことがわかり、それが可能な SatPC32/SatPC32ISS を使ってみることにしましたが、日本語マニュアルもなく、使っている方のブログなどを拝見しながらの悪戦苦闘が始まりました。

2. SatPC32 のダウンロードとセットアップ

SatPC32 は DK1TB 局のホームページ*1 から SatPC32 Demo 版を無料でダウンロードできますが、アプリの起動の度に、自局の経度、緯度情報を入力する必要があります。有料 (PayPal で \$50) で、AMSAT-NA のホームページ*2 からユーザ登録するとメールでパスワードが送られてきますので、経度、緯度、パスワードを入力すると、以降は入力不要になります。

ダウンロードすると ZIP ファイルなので展開が必要です。展開すると「setup.exe」ファイルが見えます。ここで単純に左クリックでセットアップするとインストールエラーとなるので、右クリックで「管理者として実行」を選択する必要があります。

インストールが成功すると SatPC32 フォルダ内には、「SatPC32.exe」、「SatPC32ISS.exe」、「Wisat32.exe」などの実行ファイルや各種サブフォルダが生成され、PC のデスクトップ画面に前述の 3 つのアイコンが生成されます。最初は「SatPC32.exe」を実行し各種の初期設定を行なう必要があります。

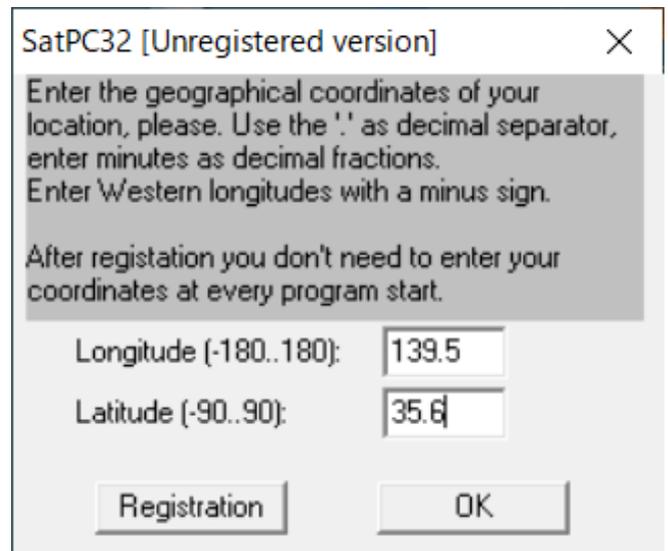
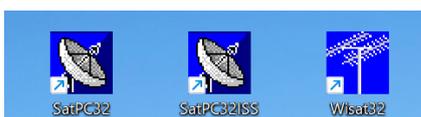


図1 経度、緯度入力画面

初めて、SatPC32 を実行すると図1の経度、緯度の入力画面が開くので、観測点 (自局) の経度 (+が東経) と緯度 (+が北緯) を入力します。ユーザ登録していない場合は、「OK」ボタンを押すと、メイン画面の図3が開きます。

ただし起動の度に図1の画面で経度、緯度の入力を求められるので面倒です。

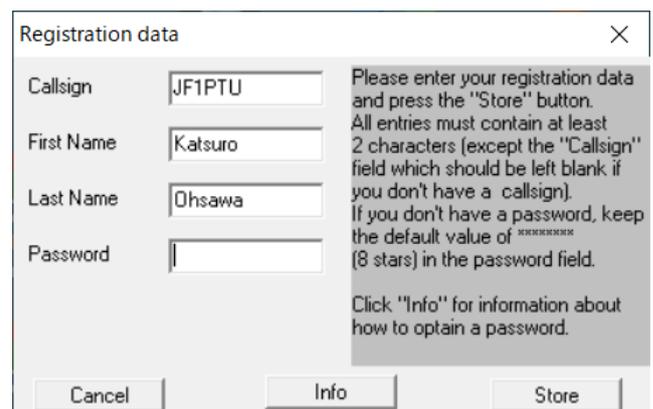


図2 ユーザ登録画面

ユーザ登録済みで「Password」を入手済みの場合は、図1の画面で「Registration」ボタンを押すと図2の「Registration data」入力画面が開くのでコールサイン、名、姓、パスワードを入力し「Store」ボタンを押すと、図1の画面に戻り、「OK」ボタンを押すと図3のメイン画面が開きます。

3. メイン画面の概要

図3が初期設定前のメイン画面の表示です。

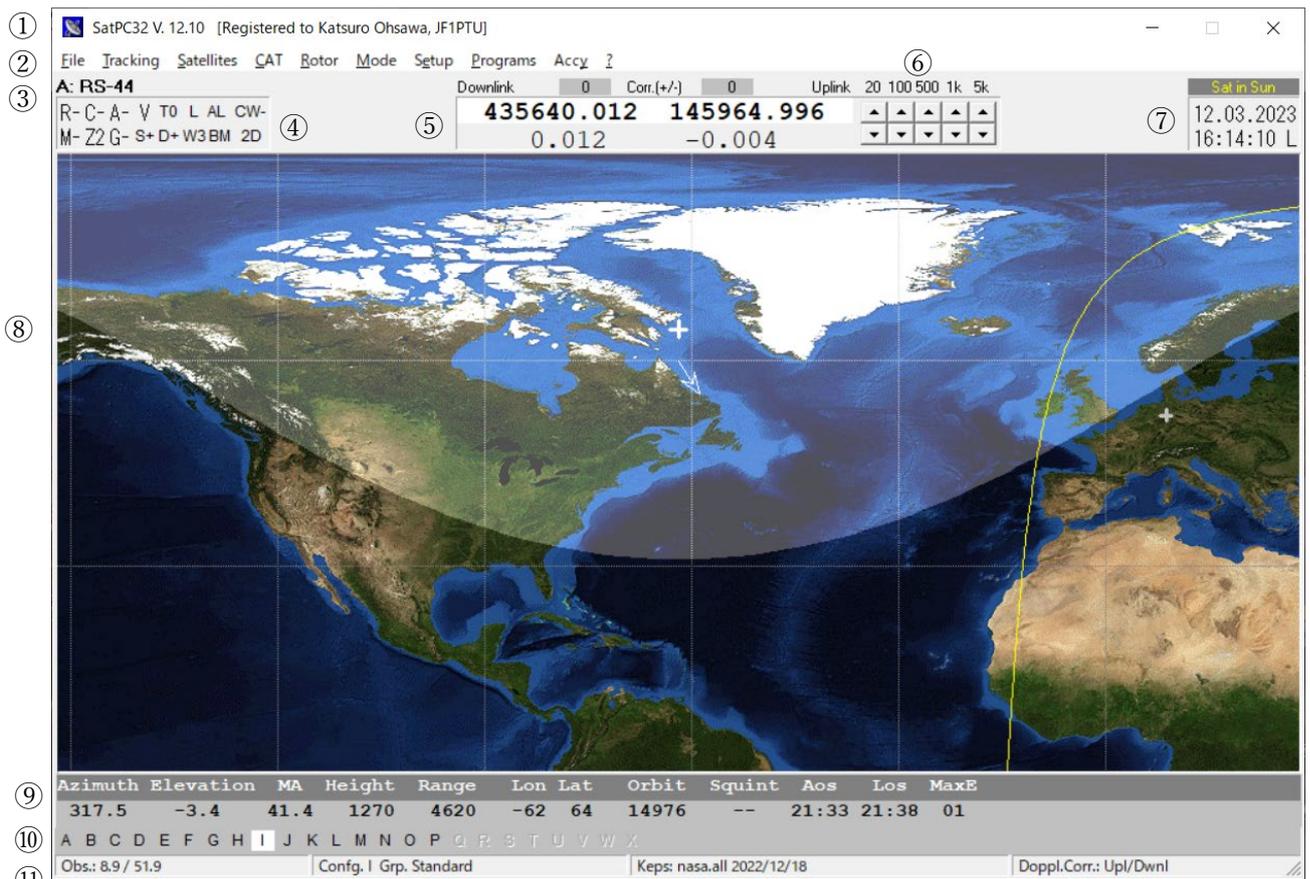


図3 メイン画面

- ① プログラム名、Ver、ユーザ登録者情報。
- ② メニューバー(File, ……………Accy, ?)
- ③ 選択されている衛星名(A:RS-44)
- ④ コントロールエリア(各種制御の on/off など)
(R+, C-, A-, V, T0, L, AL, CW- など)
- ⑤ ダウンリンク周波数(受信)、アップリンク周波数(送信)
と、その下に夫々のドップラー補正周波数
- ⑥ ▲、▼がダウンリンク周波数可変ボタン
(20Hz…5kHz ステップ)
- ⑦ 年月日と時刻情報(LorU)
- ⑧ 世界地図と日照エリア(S)境界線、衛星位置と移動方向(+、矢印)、観測点位置(+)、
衛星から見える範囲を明るく表示(視野範囲)
- ⑨ 衛星の現在位置情報、Aos、Los、MaxE 表示
- ⑩ 「A」～「P」が登録している衛星一覧。クリックするとその衛星に切り替わり、位置情報表示、制御が行われる。
観測点から見える衛星「I」はハイライトされている。
- ⑪ 観測者(自局)の経度/緯度、選択している衛星群のグループ、軌道情報(TLE ファイル名、取得年月日)、ドップラー補正状態(Upl/Dwnl:衛星固定、
Upl:受信固定、Dwnl:送信固定)
未設定項目があるので経度/緯度、軌道情報取得年月日
日が異なっている。(設定すると変わる。)

4. Setupメニュー(各種初期設定)

アプリの使用に先だって、観測点(自局)の位置情報設定、ローテータ制御初期設定、無線機制御初期設定、コントロールエリア・世界地図などのオプション設定を行なう必要があります。図3②のメニューバーの「Setup」をクリックすると、サブメニューが表示され順次、開いて設定していきます。

(1) Observer Setup (観測点位置情報設定)

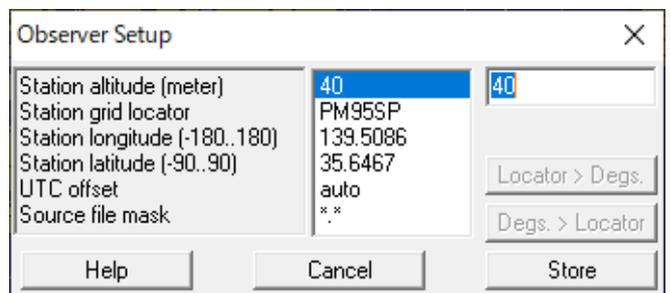


図4 Observer Setup 画面

観測点(自局)の標高、グリッドロケータ、経度、緯度を順番に選択して右側の欄に記入します。SatPC32の起動時の経度、緯度の入力画面(図1)とは別に入力する必要があります。入力後「Store」ボタンを押します。

(2) Rotor Setup(ローテータ制御初期設定)

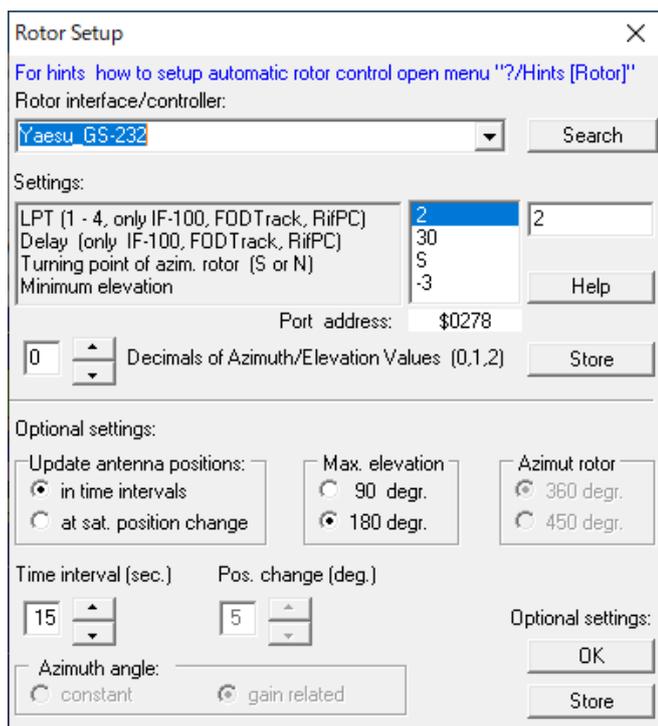


図5 Rotor Setup画面

SatPC32で制御できるローテータコントローラインタフェースBOXは持っていなかったため、最初は方角・仰角ローテータ制御はCALSAT32のFSIO-BOXで制御を行っていました。Yaesu GS-232 互換のFox Delta社のST2-USB BOXをネット購入し、事前にPCとUSBケーブル接続で通信ソフト(Tera Term)を用いて初期設定(角度調整など)済みです。ドライバソフトは「USB-SERIAL CH340」でCOM Port 番号は「16」となっています。

Rotor interface/controller:の▼ボタンを押して一覧から「Yaesu GS-232」を選択します。私の所有しているローテータコントローラは20年以上前のKENPRO社のKR-400、KR-500Aで一部追加改造を行なってリレー回路でON/OFFさせています。方角メータの両端は「S」、仰角メータは「180」度Maxなので、

Optional settings:のMax elevationは「180 degr.」にチェックを入れます。

Settings:項目の各パラメータは、SatPC32の再起動後にGS-232用の「SeverSDX」インターフェースアプリを初期設定として自動設定してくれるので、入力不要です。その他として「SeverEComm1」インターフェースアプリでも動作可能であり、その場合は、「Search」ボタンを押してSAEBRTrackBoxフォルダー内の同アプリを選択します。

「Minimum elevation」の「-3」度は衛星の位置がAOS前、仰角が、-3度まで昇ってくると方角ローテータが待機位置から動き始めAOS時点までに予定している方角に達するよう動作します。またLOS後、衛星の位置の仰角が、-3度まで下がると自動的に待機位置まで戻ります。この機能はCALSAT32には無い機能で、最初はなぜ方角ローテータが動かないのか理解できませんでしたが、必要のない動きは

しないということで納得しました。ちなみに待機位置は方角0度(N方向)、仰角0度(水平)としています。

一旦、Settingsの右下の「Store」ボタンを押すとSatPC32の再起動を促す画面が出るので「OK」ボタンを押しさらにOptional settingsの「Store」ボタンを押し、Rotor Setup画面を終了させます。メイン画面の右上の「X」ボタンを押し、アプリを一旦終了させます。

SatPC32を再起動させると設定が有効となり、PC画面の最下位のタスクバーのパラポライコン(SatPC32)の横に新しいServerSDX(GS-232用のインタフェースアプリ)のアイコンが出来ます。そのアイコンをクリックすると図6の画面が開きます。最初は新しいアイコンが出来ていることに気づかず、通信設定方法が分からず、しばらく悩みました。(一旦、表示されるが即、タスクバーに戻るので)

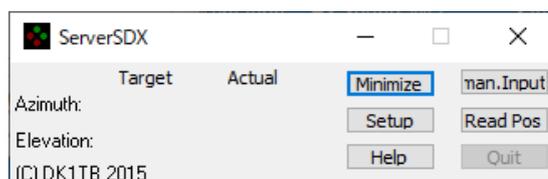


図6 SeverSDX画面

図6の「Setup」ボタンを押すと、図7の画面が開きます。



図7 Setup画面

ローテータコントローラインタフェースBOXはUSBケーブルでPCに接続されているので、そのCOM port 番号「16」とBaudrate(通信速度)「9600」bpsを設定します。Rotor(s)は「Az./El」をクリックします。「Store」ボタンをクリックしSetupを終了させます。

図6の「Read Pos」ボタンを押しActualの下に方角と仰角の角度が正しく表示されればPCとBOX間の通信が正しく動作することになります。「Minimize」ボタンを押すと画面がタスクバーに戻ります。

(3) Radio Setup(無線機制御初期設定)

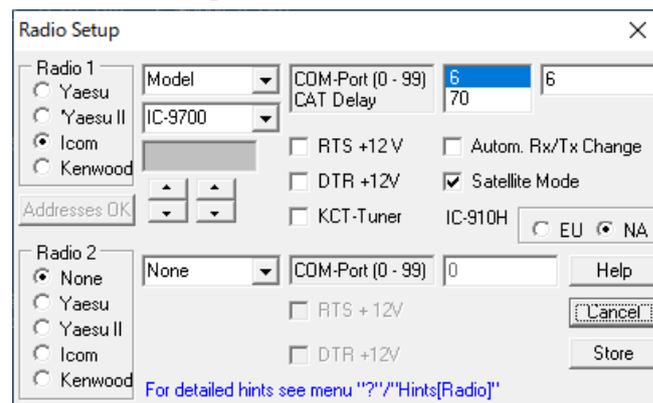


図8-1 Radio Setup画面

私の所有している無線機は Icom の IC-9700 なので、それに準じた説明となります。IC-9700 は USB ケーブル 1 本で PC に接続していますが、VU 帯での JTDX アプリでの FT8 運用、DigitalSoundCW アプリでの CW 運用に使っていますので COM-Port 番号 6 を CI-V 制御(CAT 制御)、COM-Port 番号 7 を PTT 制御(RTS-Port)、CW キーイング(DTR-Port)としています。

従って、SatPC32/SatPC32ISS アプリでも COM-Port 番号「6」で無線機のドップラー周波数制御、SSB/CW/FM モード制御、Satellite/Split 制御などを行ないます。

・Radio1 で Icom を選択します。Radio2 は None を選択します。(本アプリは異なる 2 台の無線機で Satellite モードの運用も可能)

・Model 欄(上側の欄)で Model 名、Baudrate、Addresses の入力項目を順番に選択します。

・IC-9700 欄(下側の欄)で選択項目に応じた機種名、通信速度、CI-V アドレス値を選択します。

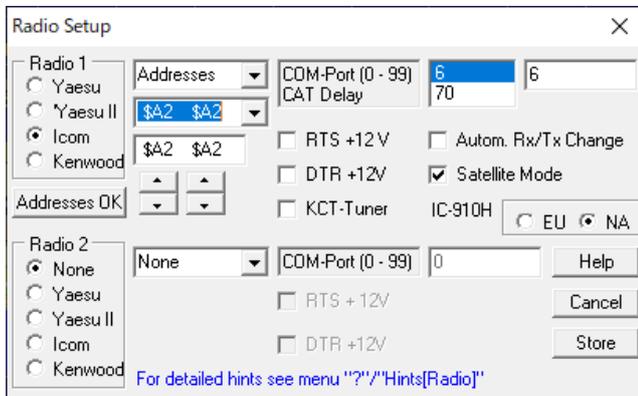


図 8-2 Radio Setup 画面(Addresses)

・CI-V アドレスは、「RX TX」ごとの組合せで 4 種類作成可能ですが直接書き換えはできません。▲▼ボタンで値をアップ・ダウンさせアドレス値を決めます。IC-9700 は RX、TX を 1 台で実行できるので同じ値を設定します。異なる 2 台の無線機で運用する場合は、夫々のアドレス値を設定します。設定後、「Address OK」ボタンを押すと変更した値が確定します。

・私の無線機では、

Model :「IC-9700」
 Baudrate :「19200」(通信速度)
 Addresses: 「\$A2 \$A2」(RX TX)
 を選択します。

・COM-Port(0-99)欄は「6」を右端欄で入力

・CAT Delay 欄は「70」を右端欄で入力。CAT コマンドの送出間隔を確保するため、通信速度、メーカー機種名で異なります。Icom 製で 19200bps の場合は、20-70ms の間で設定します。

・「Satellite Mode」にクリックを入れます。CAT 制御でモード設定しますので無線機側の MENU 画面での Satellite モード設定は不要です。また SatPC32 アプリを終了させると、IC-9700 も通常モードに強制的に戻されます。

設定が終了したら「Store」ボタンを押すことで設定が格納され、SatPC32 の再起動で設定内容が有効になります。

(4) Options(オプション初期設定)

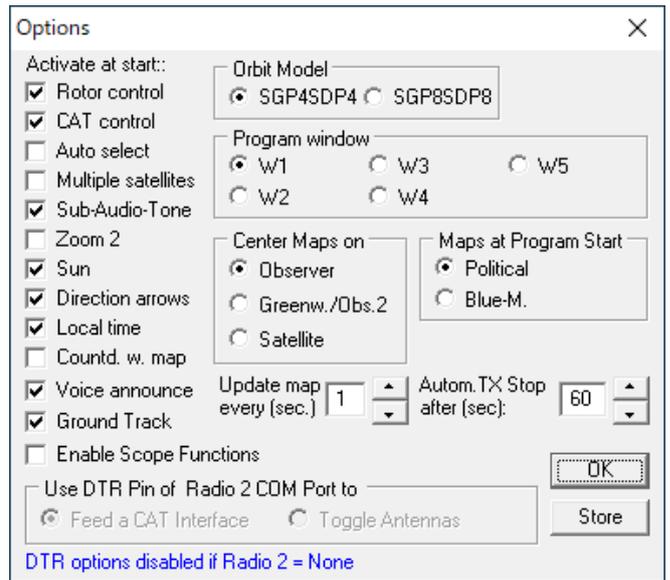


図 9 Options

図 9 の画面で SatPC32 起動時のコントロールエリア内(図 3④)の各種設定の初期状態、メイン画面サイズ、世界地図のセンター位置、世界地図の色合い等のオプション設定が出来ます。

・Activate at start:の各項目に好みにチェックを入れることでアプリ起動時の動作の on/off が出来ます。

Rotor control: ローテータ制御の on R+

CAT control: ドップラー周波数制御の on C+

Sub-Audio-Tone: FM レピータ起動トーンの on T1

Sun: 日照範囲の境界線(黄色)と S 文字の表示 on

Direction arrows: 衛星の移動方向矢印の表示 on

Local time: ローカル時刻表示(日本時間表示)選択

Countd.w.map: メイン画面の AOS, LOS 時刻表示

(カウントダウン表示 off)

Voice announce: AOS した衛星の音声案内 on

Ground Track: 衛星の地上軌跡点線の表示 on

・Program window: で PC の画面サイズに応じて W1~W5 でメイン画面(図 3)のサイズを選択します。W1 選択

・Center Maps on: で世界地図の経度方向の中心位置を選択します。

Observer: 観測点(自局)

Greenw/Obs.2: 経度 0(グリニッジ)

Satellite: 選択している衛星の視野範囲の中心

私は、Observer を選択し、日本が世界地図の中心になるようにしています。必要に応じてコントロールエリア(図 3④)の Z1(Z2)でズーム切り換えをしています。

・Maps at Program Start: 世界地図の色合いを変更可能です。好みに選択してください。

Political: 国の識別が可能な地図(DXCC ハント向き)

Blue-M: ブルーマーブルで海、陸地がわかる地図

5. Satellites メニュー(衛星選択・軌道情報収集)

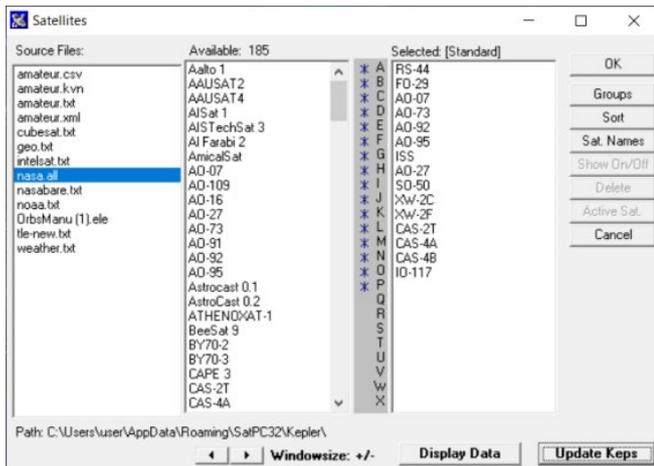


図 10 Satellitesメニュー画面

メイン画面(図 3②)のメニューバーの「Satellites」をクリックすると図 10 の Satellite メニュー画面が開きます。左枠 (Source File)が衛星の軌道要素(TLE)ファイル群で「nasa.all」が選択されています。真中枠(Avalable)は選択可能な衛星が 185 個(2023/03/12 時点で取得したもの)表示されています。右枠(Selected)は、選択した衛星(A から O)が表示されています。

衛星の選択は真中枠で追加したい衛星をダブルクリックすると右枠内に追加されます。削除したい場合は、右枠内で該当する衛星をダブルクリックすると削除されます。

軌道要素は日々、変化していくので定期的にファイルを更新する必要があります。図 10 の「Update Keps」ボタンを押すと図 11 の Download Keps 画面が開きます。

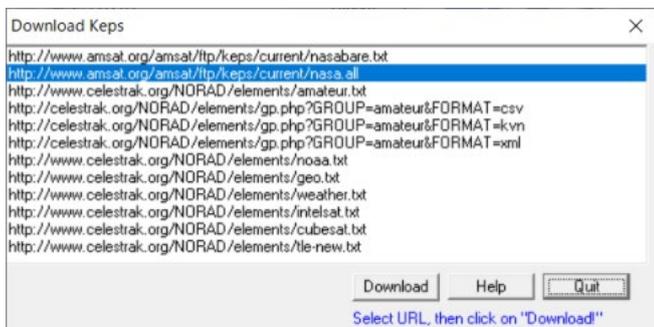


図 11 Download Keps 画面(URL リスト)

図 10 で選択しているファイル名(nasa.all)と同じファイルが格納されている URL を選択し「Download」ボタンを押します。インターネット経由でダウンロードが成功すると図 12 の画面が開きます。(11(4)項も参照ください)

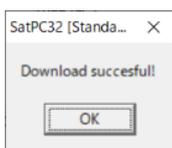


図 12 Download succes.

「OK」ボタンを押し、さらに図 11 の「Quit」ボタンを押すと図 11 の画面が閉じられ、メイン画面(図 3①)の Keps: の nasa.all ファイルの取得日が 2023/03/12(本資料作成時点)に更新されます。変わらない場合は図 10 での選択ファイル名と図 11 の選択 URL の不一致があります。(最初は変わらないので悩みました。)

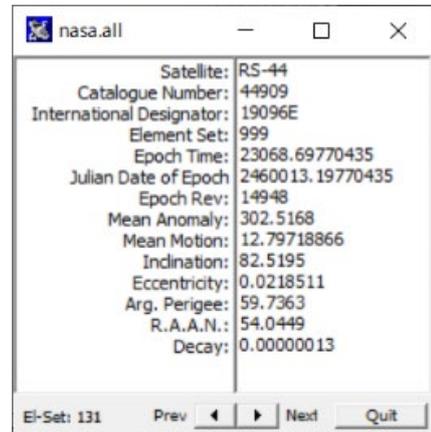


図 13 RS-44 衛星の軌道要素データ

図 10 で「Display Data」ボタンを押すと、選択している衛星の軌道要素データの図 13 の画面が開きます。Epoch Time(元期)を見ると「23068.69770435」であり 2023 年 68 日目(3 月 9 日)に測定したデータであることが解ります。「Quit」ボタンを押すと画面が閉じます。極力、1 週間以内のデータになるように定期的にデータの更新が必要です。図 10 画面の「OK」ボタンを押すと画面が閉じます。

6. CAT メニュー(周波数チューニング)

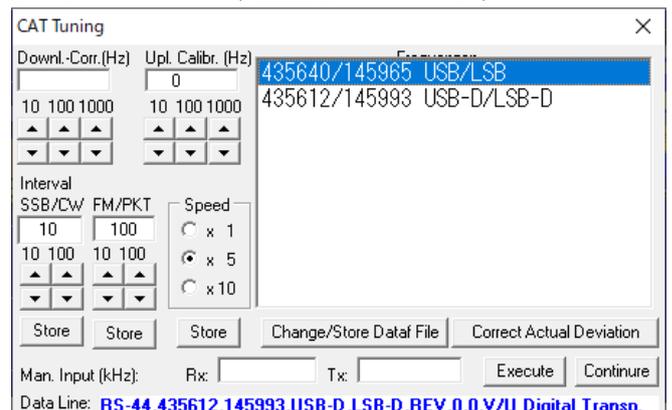


図 14 CAT Tuning 画面

メイン画面(図 3②)のメニューバーの「CAT」をクリックすると図 14 の CAT Tuning 画面が開きます。

- ・無線機のダウンリンク周波数の可変、アップリンク周波数の較正が、10, 100, 1000Hz ステップで▲▼ボタンで可変できます。
リニアトランスポンダを介して SSB モードでループテストをする場合(受信固定)、自分の折り返し音声は正常に聞こえるようにアップリンク周波数を▲▼ボタンで可変して較正(キャリブレーション)します。受信周波数の可変はダウンリンク周波数を同じように▲▼ボタンで可変して行ないます。
- ・無線機のドップラー補正の可変周波数インターバルを SSB/CW モード、FM/PKT モードで夫々 10Hz、100Hz ステップで設定します。CALSAT32 では 1 秒周期(時間)で可変しますが、本アプリは、設定周波数ステップの周期(周波数)で可変します。
- ・Speed はドップラー周波数の計算周期を 1 倍速(1 秒)、5 倍速(200ms)、10 倍速(100ms)で行ないます。

- ・それぞれ「Store」ボタン押下で、設定値を記憶します。
- ・右枠内の複数のデータ行は選択している RS-44 衛星の Doppler 制御データで、運用モードを選択できます。
- ・「435640/145965 USB/LSB」はリニアトランスポンダのダウンリンク周波数帯域の中心が 435,640kHz で USB モードで無線機が受信、アップリンク周波数帯域の中心が 145,965kHz で LSB モードで無線機が送信することを意味します。これらの数字を基準にドップラー周波数制御が行なわれます。
- ・図 16「Doppler.SQF」ファイルとリンクしています。

7. Mode メニュー(ドップラー補正モード)

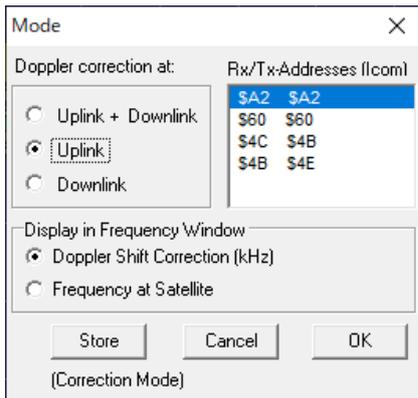


図 15 Mode 設定画面

メイン画面(図 3②)のメニューバーの「Mode」をクリックすると、図 15 の Mode 設定画面が開きます。

Doppler correction at:ドップラー補正の周波数制御を行なう場合、三つの方法があり、運用モードで選択する必要があります。

- ・Uplink + Downlink:衛星側の中継器の周波数が 1 波で固定されている場合(FM レピータ、デジピータなど)は、ドップラー補正は観測点(自局)側で行なうしかありません。いわゆる「衛星固定モード」で、ダウンリンク、アップリンク周波数、ともに衛星側の固定周波数に合うようにドップラー補正をします。
- ・Uplink:リニアトランスポンダ経由で SSB,CW モード運用時、「受信固定モード」でアップリンク周波数のみドップラー補正を行ないます。ダウンリンク周波数(受信)の補正はしませんが、無線機側あるいはアプリ側で受信周波数を可変した場合はその可変分をアップリンク周波数に反映するようにアプリ側で計算し、さらにドップラー補正も行ないます。無線機側のダイヤルで可変すると、ドップラー補正が遅れる場合があるのでアプリ側のダウンリンク用▲▼ボタンで可変した方が反応がスムーズです。
- ・Downlink:上述とは逆に「送信固定モード」でダウンリンク周波数(受信)のドップラー補正を行ないます。

受信固定モード、送信固定モードのどちらで運用するかは特にルールがないので、相手局の状況で判断します。

Display in Frequency Window:メイン画面(図 3⑤)

の周波数表示部分の下の表示をドップラー補正分の表示か、衛星側の周波数表示かを選択します。

選択後、「Store」ボタンを押して設定値を記憶させます。ただし、CAT メニュー画面(図 14)の Doppler 制御データで FM モードのデータが選択されている場合は、FM レピータと判断して一時的に Uplink+Downlink 設定になります。同様に、図 3④のコントロールエリアの V 表示(VFO 制御)も V-(VFO 制御 off)となり図 3⑩の Doppl.Corr.:の表示も Upl+Dwnl に一時的に変わります。

8. Doppler.SQF/SubTone.SQF ファイル

Doppler.SQF ファイルは、各衛星のドップラー制御データをまとめたテキストファイルです。SubTone.SQF ファイルは、FM レピータ(中継器)を搭載した衛星のレピータ起動用のサブトーン信号周波数データをまとめたテキストファイルです。

これらのファイルはメイン画面(図 3②)のメニューバーの「?」のサブメニューの「Auxiliary Files」の中にあります。

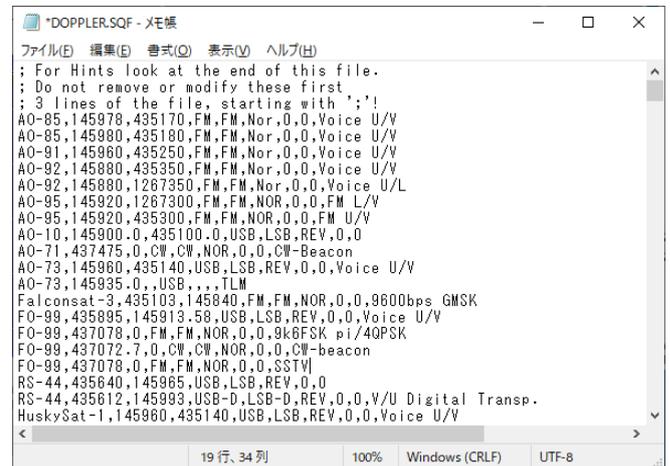


図 16 DOPPLER.SQF ファイルのデータ内容

「Doppler.SQF」ファイルを選択すると図 16 の画面が開きます。例として RS-44 衛星のドップラー制御データは 2 行、記載されており、各パラメータの意味は以下の通りです。

RS-44,435640, 145965, USB,LSB,REV,0, 0,説明
衛星名,ダウンリンク周波数,アップリンク周波数,
ダウンリンクモード,アップリンクモード,
REV モード(アップリンク⇒ダウンリンクが逆変換),
コンバータ(受信)のオフセット周波数 0Hz,
トランスバータ(送信)のオフセット周波数 0Hz,
(必要に応じて内容説明)

2 行目のデータは、RS-44 経由での FT4 運用周波数です。図 14 の Interval SSB/CW を 0Hz、Speed を×10 に設定してドップラー制御精度・速度を上げて運用します。USB/LSB モードのみの機種の場合は「-D」を削除します。

新しい衛星が追加された場合、上述の記載内容に準じて、テキストベース(メモ帳)で新たにドップラー制御データを追加記載し、「ファイル」⇒「上書き保存」で編集終了です。

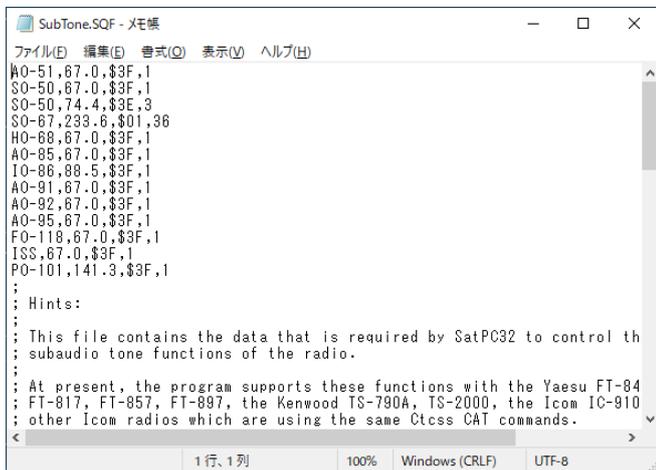


図 17 SubTone.SQF ファイルのデータ内容

「SubTone.SQF」を選択すると図 17 の画面が開きます。FM レピータ搭載の SO-50 衛星の例を示します。

SO-50,67.0,\$3F,1

SO-50 の 67.0Hz の起動トーン信号で音声と一緒に送信することで音声が折り返されます。(リピートされる)

SO-50,74.4,\$3E,3

SO-50 の 74.4Hz のバーストトーン信号を数秒間送ることによって FM レピータが 10 分間、作動します。従って、利用者のだれかが最初に、この信号を送信する必要があります。

SO-50 のみの特殊仕様です。

\$3F,1、\$3E,3 は下記の機種種の制御コードです。

FT-736、FT-847、TS-2000 で運用する場合は取扱説明書で確認しながら設定してください。

新しい FM レピータ衛星が追加された場合も、この SQF ファイルに追加することで FM レピータ起動制御が可能となります。

無線機のトーン信号の制御はメイン画面(図 3④)のコントロールエリアの T0、T1、T2 で行ないます。

T0:トーン信号制御なし(FM モード以外)

T1:起動トーン信号送出(音声に重畳)

T2:レピータ作動バースト信号送信(SO-50 衛星のみ)

9. Rotorメニュー(方角・仰角ローテータ手動制御)

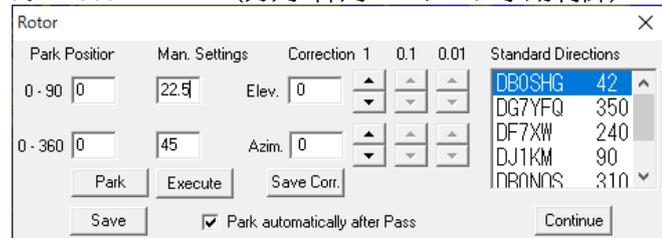


図 18 Rotorメニュー画面

メイン画面(図 3②)のメニューバーの「Rotor」をクリックすると図 18 の Rotor メニュー画面が開きます。方角・仰角ローテータ制御を手動で行なう画面です。また衛星追尾終了後のアンテナ方向の待機位置を設定します。

・Park Position 衛星追尾終了後のアンテナ方向の待機位置を入力します。仰角は「0」度の水平方向、方角は「0」

度の N(北)方向としています。「Save」ボタン押下で記憶します。

- ・衛星追尾を途中で中断した場合、「Park」ボタン押下で待機位置まで戻すことができます。
- ・「Park automatically after Pass」にチェックを入れておくと、衛星追尾終了後(LOS 後)、衛星自身の仰角が-3 度(図 5 で変更可能)より下になると、あらかじめ記憶してある待機位置に方角・仰角ローテータが動いて待機状態になります。CALSAT32 にはない機能です。
- ・「Man. Setting」はあらかじめ希望する仰角(例えば 22.5 度)、方角(例えば 45 度)を入力しておいて「Execute」ボタンを押すとその方向にローテータが動きます。
- ・その他、角度補正機能、他局の方角プリセット機能(StandPos.SQF ファイルで設定)があります。

10. コントロールエリア内の各ボタンの機能

メイン画面(図 3④)コントロールエリアの英文字ボタンをクリックすることでワンタッチで制御の切り換えができる機能です。左上から順番に説明します。

R+, R-:

Rotor 制御の on/off を行ないます。通常は R+設定(on)にしておきます。4(4)項の図 9 で初期設定します。

R+の背景色が黄色(フリップになることがあります。これは該当する衛星の軌道が南西方向⇄南方向⇄南東方向を横切ることが分かっている場合、あらかじめ AOS 前に仰角ローテータを 180 度反転、方角ローテータも 180 度反転させておいて衛星を追尾することで、追尾途中で方角ローテータの 180 度反転による追尾空白になることを避ける機能で「フリップモード」(反転モード)と言います。

CALSAT32 では手動で選択しますが、本アプリは待機位置から衛星追尾が行なわれるので自動で「フリップモード」になります。

C+, C-:

CAT 制御(周波数チューニング)の on/off を行ないます。通常は C+設定(on)ですが、周波数チューニングがおかしくなった場合は、C+をクリックして一旦 C-設定(off)にして再度クリックすることで(C+)、復旧します。

A+, A-:

自動衛星切り換え(複数衛星状態での優先切り換え)機能です。通常は A-設定(off)にして起きます。

V+, V-:

VFO 制御の on/off を行ないます。リニアトランスポンダ搭載衛星のダウンリンク/アップリンク周波数帯域内を VFO で可変する場合に V+(on)設定します。無線機のダイヤルあるいは本アプリの周波数アップダウン▲▼ボタンを押下して周波数可変を行ないます。一方、FM レピータ、あるいはデジピータ搭載衛星は固定周波数なので、その衛星を選択すると強制的に V-(off)設定になり、CAT 制御のみでドプラー補正制御をします。

T0, T1, T2:

FMレピータ搭載衛星のレピータ起動トーン信号制御を行います。リニアトランスポンダ搭載衛星を選択した場合は、通常は「T0」となります。FMレピータ搭載衛星を選択すると「T1」となります。さらに SO-50 衛星の場合は「T1」をクリックすることで「T2」となります。(図 17 の説明を参照)

L, U:

メイン画面(図 3⑦)の時刻情報表示をローカル時刻(日本時間)か、UTC(協定世界時)かを選択します。

AL, Ct:

メイン画面(図 3⑨)の選択している衛星の Aos, Los を時刻で表示するか、Aos 時刻までの残時間(カウントダウン時間)で表示するかを選択します。

CW+, CW-:

CW モードの運用が可能なリニアトランスポンダ搭載衛星を選択した時に有効になります。「CW+」で CW モード on、再クリックで「CW-」CW モード off で SSB モードとなります。SSB モードで運用時、衛星とのループテスト時に「CW+」にすることで電鍵が有効になりアップリンク周波数の較正(キャリブレーション)が簡単に行えます。

M+, M-:

複数の衛星の現在位置を世界地図(図 3⑧)上に表示します。通常は「M-」(off 非表示)とします。必要時に「M+」にします。

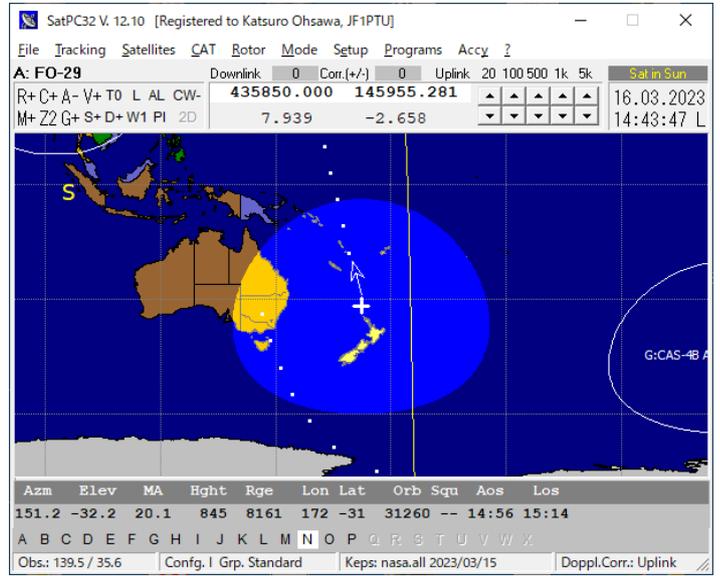


図 20 Z2 ズーム表示(図 19 をズーム表示)

G-, Gt, G+:

選択している衛星の 1 周期分の軌道予定を白点線で一時的に表示するか(Gt)、常時表示するか(G+)、表示しないか(G-)の切り換えが出来ます。

S+, S-:

太陽Sの日照エリアの境界線(黄色)表示の on/off 設定が出来ます。

D+, D-:

選択している衛星の移動方向を→で表示するか、しないかを設定できます。

W1~W5:

PC のディスプレイ画面サイズに応じて W1 から W5(最大)まで選択可能です。

PI, BM:

世界地図の色合いを PI(国が識別できる地図)か BM(海と陸地が分かる地図)を選択できます。

2D, 3D1:

衛星の軌道を 2D(平面地図)か 3D(立体表示)かを選択表示できます。(W1 選択時は表示できません)

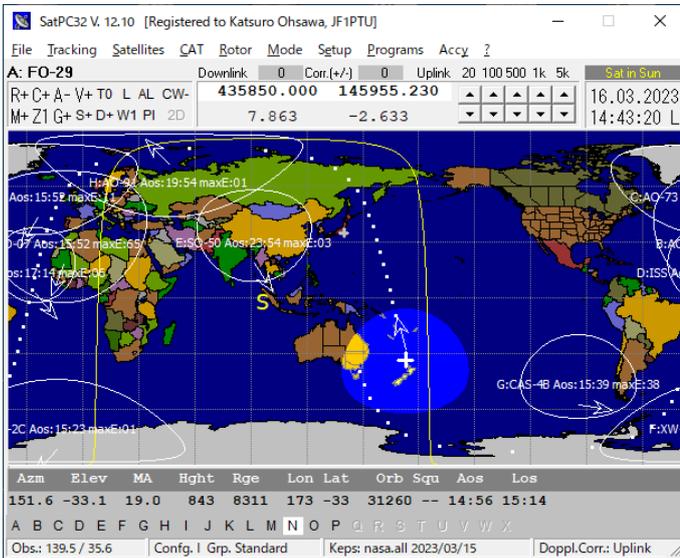


図 19 M+ 複数衛星の現在位置表示

Z1, Z2:

世界地図の表示のズーム機能を on/off します。「Z1」で観測点を中心にした全体地図、「Z2」で衛星の視野範囲を中心にした拡大地図の図 20 となります。図 9 で W1~W3 を選択した時にのみ有効です。

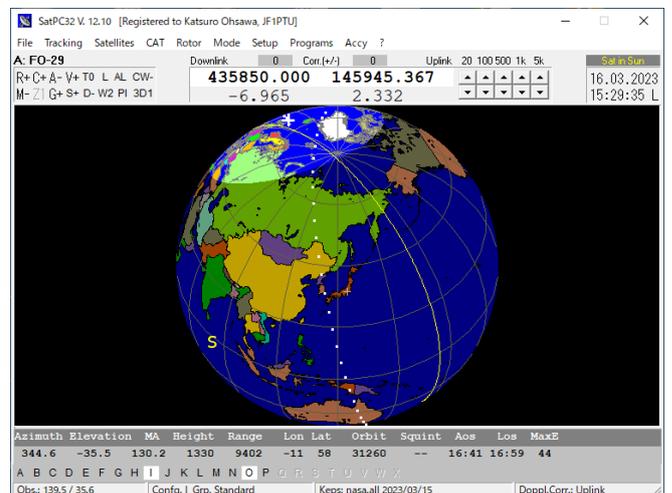


図 21 3D1(立体表示)

11. その他の機能

(1) Countdown 表示機能アタッチ

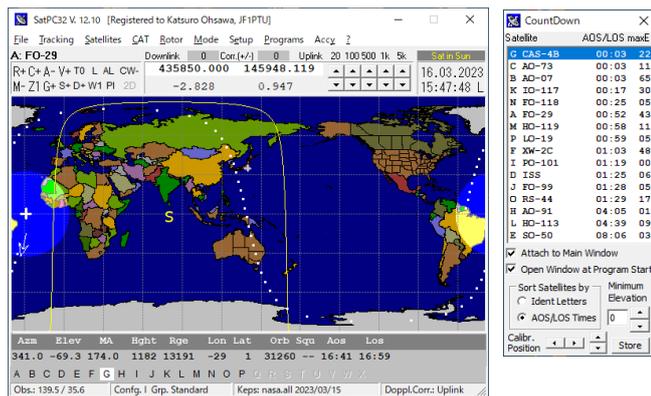


図 22 Countdown 表示機能アタッチ

メイン画面のメニューバーの「Accy」メニューのサブメニューの「CountDown」をクリックすると「Satellites」で選択している A~P の各衛星の AOS 時間までの残時間順に衛星のカウントダウンリストが表示できます。「Attach to Main Window」、「Open Window at Program Start」にチェックを入れておくことで、アプリの起動時にカウントダウンリストもメイン画面の横にアタッチされます。リストを見ながら、メイン画面の衛星一覧から次に来る衛星をクリックします。CALSAT32 には無い便利な機能です。

(2) WinAOS プログラム

前述(1)のカウントダウンリストと似た機能としてメイン画面の「Program」メニューのサブメニューの「WinAOS」をクリックすると「Satellites」画面が開きます。

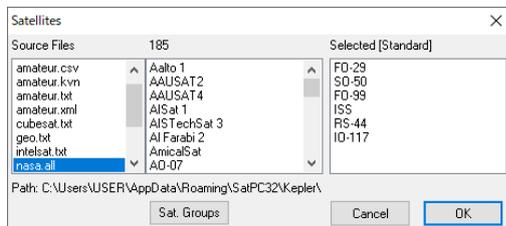


図 23 Satellites 画面

メイン画面の「Satellites」メニューと同じ操作で表示したい衛星を選択し「OK」ボタンを押下すると「Starting Time (L)」(L:ローカル時間)が開きます。

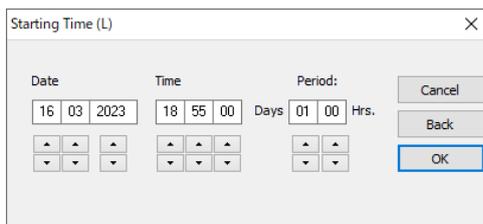


図 24 Starting Time(L)

開始年月日、時刻、期間を設定し「OK」ボタンを押すと、その期間内の各衛星の AOS, LOS 時刻予定リスト図 25 が生成されます。最大期間は 10 日間+23 時間。(約 11 日間) (CALSAT32 は選択した衛星のみの時刻予定表)

Tag	Objecte (04)	AOS (L)	LOS	Dauer	maxE	AZ
16.03.2023	ISS	18:50	18:59	09	20	052 - 049
16.03.2023	FO-99	18:50	18:57	07	08	340 - 346
16.03.2023	IO-117	20:25	21:41	76	59	328 - 142
16.03.2023	ISS	20:27	20:38	08	14	279 - 038
16.03.2023	ISS	22:06	22:12	06	05	318 - 035
16.03.2023	ISS	23:44	23:50	06	07	333 - 065
16.03.2023	ISS	23:45	23:51	06	07	333 - 065
17.03.2023	IO-117	00:23	01:29	66	37	336 - 204
17.03.2023	RS-44	01:18	01:37	19	22	009 - 136
17.03.2023	ISS	01:20	01:29	09	23	321 - 109
17.03.2023	SO-50	01:21	01:44	13	57	187 - 035
17.03.2023	FO-29	02:13	02:19	06	01	062 - 100
17.03.2023	ISS	02:57	03:06	09	24	297 - 158
17.03.2023	RS-44	03:11	03:31	20	66	344 - 104
17.03.2023	SO-50	03:12	03:24	12	18	251 - 017
17.03.2023	FO-29	03:53	04:12	19	38	022 - 170
17.03.2023	SO-50	03:54	05:02	02	01	329 - 352
17.03.2023	RS-44	05:07	05:19	12	08	319 - 241
17.03.2023	FO-29	05:38	05:57	19	41	004 - 218
17.03.2023	FO-99	07:11	07:17	06	08	342 - 311
17.03.2023	FO-29	07:25	07:36	11	06	344 - 272
17.03.2023	FO-99	07:42	07:51	09	35	001 - 208
17.03.2023	SO-50	08:26	08:32	06	02	006 - 061
17.03.2023	SO-50	10:05	10:17	12	24	344 - 122
17.03.2023	IO-117	10:22	11:33	71	55	171 - 023
17.03.2023	SO-50	11:45	11:57	12	34	319 - 173
17.03.2023	RS-44	13:56	14:11	15	16	134 - 025
17.03.2023	FO-29	14:05	14:17	12	11	097 - 007
17.03.2023	IO-117	14:18	15:33	75	44	235 - 040
17.03.2023	FO-29	15:46	16:04	18	72	158 - 350
17.03.2023	RS-44	15:47	16:06	19	69	164 - 006
17.03.2023	ISS	16:28	16:31	03	01	140 - 100
17.03.2023	FO-29	17:33	17:48	15	16	216 - 332
17.03.2023	ISS	17:45	17:57	12	08	259 - 345
17.03.2023	ISS	18:01	18:10	09	42	211 - 055
17.03.2023	FO-99	18:05	18:17	08	26	144 - 001
17.03.2023	IO-117	18:40	19:55	75	36	313 - 113

図 25 衛星の AOS, LOS 時刻予定リスト

(3) DataBackup 機能

SatPC32 Demo 版の Ver は 12.10(2023.3 現在)ですが、複数のプログラムで構成されている関係で同じ 12.10 でも 2022 年 12 月にダウンロードしたものと 1 月にダウンロードしたものとでは SatPC32ISS はリリース時期が異なっていて 1 月のもはバグが改修されていました。

新しいリリース時期のプログラム群を更新する場合は、設定データのバックアップファイルを取った後、WindowsOS の「設定」⇒「アプリ」⇒「アプリと機能」で一旦、「SatPC32」をアンインストールする必要があります。その後、新しいプログラム群を再インストールしバックアップファイルを再ロードすることで元の状態に戻ります。

メイン画面のメニューバーの「Program」メニューのサブメニューの「DataBackup」をクリックすると図 26 の画面が開きます。

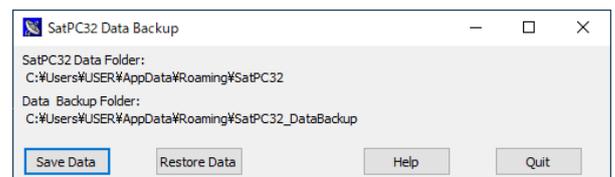


図 26 SatPC32 Data Backup

「Save Data」ボタン押下で現在の設定データファイルを規定のフォルダにセーブします。新しいプログラム群を再インストール後、アプリを起動し、「Restore Data」ボタン押下で設定データを元の状態に戻します。一旦、アプリを終了後、再起動で設定データが反映されます。

(4) 軌道要素(TLE)ファイルの追加

図 10 の軌道要素ファイル例として「nasa.all」(週一で更新)で説明しましたが、以下の URL を図 11 に追加すると毎日更新されている軌道要素ファイルが利用できます。

「<http://www.amsat.org/tle/current/daily-bulletin.txt>」追記先はメイン画面の「？」のサブメニューの「Auxiliary Files」の中にある「Celestrack.SQF」ファイルで、先頭行に追記、上書き保存することで「daily-bulletin.txt」と上記 URL が選択できるようになります。

12. SatPC32ISS プログラム

SatPC32ISS プログラムは ISS に搭載されている同一バンドデジピータ用(スプリット運用)に特化したプログラムで、SatPC32 プログラムで設定済みの主な初期設定データを引き継いで動作します。この SatPC32ISS を用いて衛星通信非対応の通常の無線機 1 台でも、CAT 周波数チューニング用ドップラー制御データを IO-117 用に設定すれば、同一バンドデジピータ運用が可能です。

2 台の無線機で受信、送信を分けて運用する場合は SatPC32 でも、同一バンドデジピータ運用が可能です。

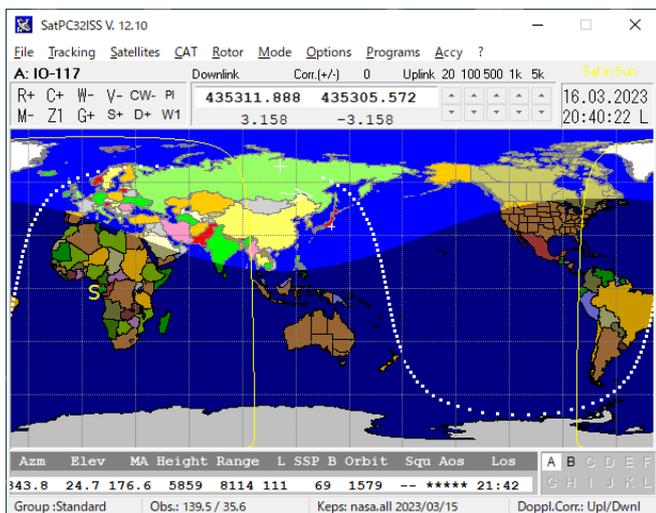


図 27 SatPC32ISS メイン画面

基本的な画面構成は SatPC32 と同じですが、メニューバーの「Setup」メニューが「Options」メニューに変更になっています。コントロールエリアの英文字ボタンも一部削除されていますが、機能は変わりません。

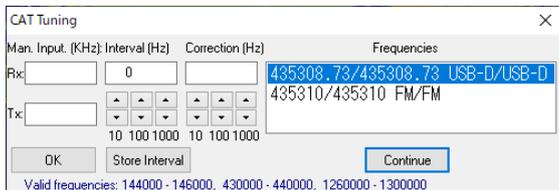


図 28 CAT Tuning 画面

図 28 の CAT Tuning 画面は SatPC32ISS 用として設定可能で「Interval(Hz)」は IO-117 衛星運用時は 20Hz としています。パケット送出を連発するとダウンリンク周波数(VFO-A)とアップリンク周波数(VFO-B)が入れ替わることがまれにあります。その場合は、パケット送出を一旦止め、図 27 のコントロールエリアの C+ ボタンを押して C- した後、再押下して C+ にすれば元の周波数に戻ります。

IO-117 のドップラー制御データの周波数とモードは、ダウンリンク、アップリンクともに 435308.73kHz、USB-D モードにしています。変調信号は公称 435310kHz GMSK1200bps で、デコード用のサウンドモデムのサブキャリア周波数は 1.6kHz なので USB-D 信号のキャリアポイント周波数は $435310 - 1.6 = 435308.4\text{kHz}$ が公称値ですが、IC-9700 の受信デジタルフィルタの中心値が 1.5kHz なのでサウンドモデムのサブキャリア周波数設定も 1.5kHz に変更しています。従って 435308.5kHz となりますが、実際

は、衛星側・無線機側の周波数誤差の関係で +0.23kHz 補正して、435308.73kHz にしています。

私の IC-9700 は、GPSDO で外部同期(10MHz)をかけているので誤差はほとんどなく、衛星側の誤差が主と思います。サウンドモデムのウォーターフォールのポインター内に受信信号が入るように各自、周波数設定が必要です。

図 28 の Correction(Hz) の ▲ ▼ ボタンで補正可能です。

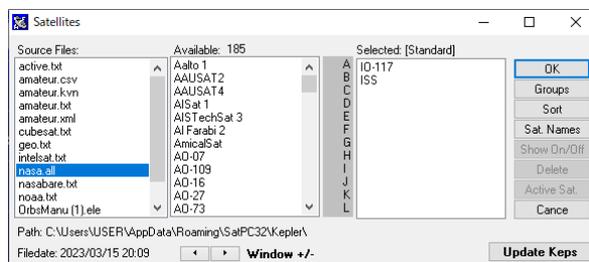


図 29 Satellites メニュー画面

Satellites メニューの衛星は IO-117 と ISS を選択しています。軌道要素ファイルは SatPC32 と共用しています。

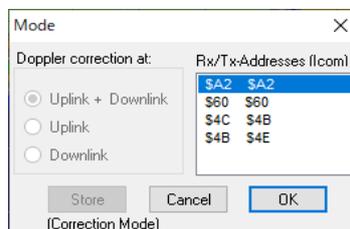


図 30 Mode 画面

IO-117 のデジピータの周波数はダウンリンク、アップリンクともに固定周波数なので、ドップラー補正モードは、必ず「Uplink+Downlink」(衛星固定)モードになっている必要があります。しかし、SatPC32 の Mode 画面の初期設定を Uplink モード(受信固定)にしている関係で、SatPC32ISS を起動させた時に、コントロールエリアの VFO 制御は V-(off)で立ちあがりますが、Uplink モードとなるので一旦、V-をクリックして V+にし、再度クリックして V-に戻すと、メイン画面の最下位の右端の「Doppl.Corr.」が Upl/Dwnl」(衛星固定)モードに変わります。SatPC32 の Mode 画面の初期設定を「Uplink+Downlink」にした場合は、この設定で立ちあがりますので V ボタンの操作は不要です。

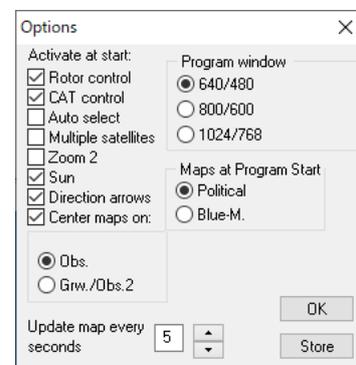


図 31 Options

Options の設定項目は SatPC32ISS 用の設定内容となっており、「Store」ボタン押下で内容を記憶します。

SatPC32ISS アプリ終了後は、IC-9700 の「SPLIT」表示(橙色)はオフさせてください。JTDX アプリ運用開始時、リーグコントロールエラーになります。

13. ソフトウェア TNC モデム・クライアントソフト

IO-117 を介したパケット通信による交信には、SatPC32ISS でアンテナ制御(CALSAT32 でも可)と無線機のドップラー制御を行います。GMSK 1200bps のデジタル変調信号のデコードには、専用のサウンドモデムアプリ(ソフトウェア TNC モデム)とクライアントソフト(ターミナルソフト)が必要です。一般的には UZ7HO 局*3 が開発されたアプリ(Greentnc.zip)が使われているようです。

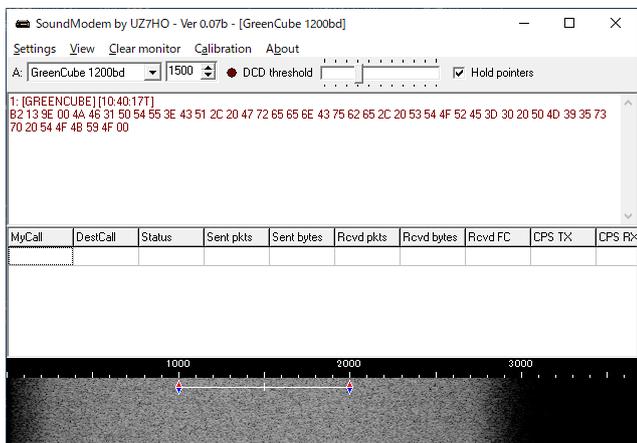
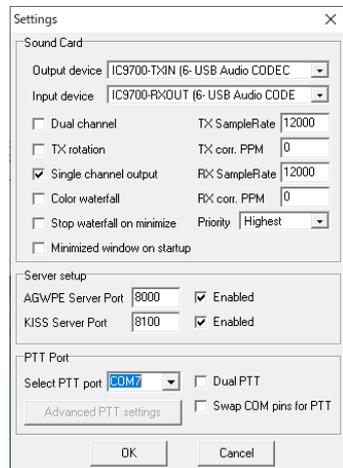


図 32 SoundModem by UZ7HO [GreenCube 1200bad]

初期状態はサブキャリア周波数は「1600」Hz ですが、IC-9700 のデジタルフィルタ周波数の中心が 1500Hz なので「1600」⇒「1500」に変更しています。(サウンドモデム内部にも受信、送信用デジタルフィルタがあるようですが)



- ・サウンド設定
IC-9700
USB Audio CODEC
(Output/Input)
- ・PTT ポート設定
COM7 RTSPort
(PTT のチェック不要)

図 33 Setting 画面

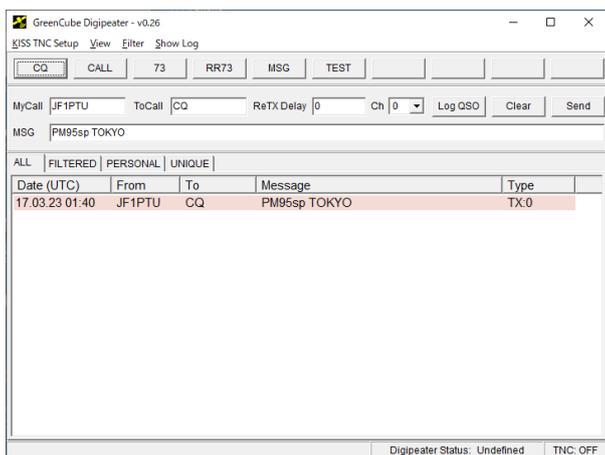


図 34 GreenCube Digipeater 画面

これらのアプリのダウンロード、初期設定、運用例等については CQ 誌(2023 年 3、4 月号)で紹介されているので参照ください。

14. IC-9700 の SET 内容(設定)

IC-9700 は衛星通信以外に VU 帯での JTDX アプリでの FT8 運用、DigitalSoundCW での CW 運用にも使用していますが、そのままの設定で衛星通信にも使用しています。ただし CALSAT32 アプリを使う時は、CI-V アドレスを \$A2 を \$60(IC-910)に変更しています。

以下にこれらのアプリを使うための設定内容(変更部分)を記載します。USB ケーブル 1 本で IC-9700 を制御するので、USB 関連の設定変更となります。

SET>外部端子>変調入力>変調入力(DATA ON):

ACC⇒USB

(ソフトウェア TNC モデムの変調出力を USB ケーブルで出力)

SET>外部端子>USB SEND/キーング >USB SEND:

OFF⇒USB(B)RTS

(ソフトウェア TNC モデムの PTT 制御を RTS ポートで出力)

SET>外部端子>USB SEND/キーング >USB キーング CW:

(DigitalSoundCW アプリ用) OFF⇒USB(B)DTR

SET>外部端子>CI-V>CI-V アドレス:A2hのまま

(CALSAT32 の場合は 60h)

SET>外部端子>CI-V>CI-V USB エコーバック:OFF⇒ON

「エコーバック」は送信データを受信データラインに折り返す機能ですが SatPC32/SatPC32ISS アプリは、エコーバックを ON にしないとうまくドップラー制御ができないようです。

15. まとめ

本資料まとめにあたっては、翻訳アプリを使って、英文マニュアル(文字ベースで図解はなし)とにらめっこしながらアプリを動かして理解を進めました。設定関係を主体に最低限、使える範囲でまとめているので、全ては網羅できていませんし、誤った解釈をしている箇所もあるかもしれません。ご容赦ください。

素晴らしいアプリ SatPC32 を開発された DK1TB 局、IO-117 用の TNC 関連アプリを開発された UZ7HO 局に感謝します。衛星通信での海外 DX を楽しんでいます。

また、JK2XXK、JE1CVL、JE3HCZ、JH8KJW局など各局のブログを参考にさせていただいたり、問い合わせもさせていただきながらアプリの理解を深めることができました。御礼申し上げます。

最後に、JAMSAT Newsletter に本資料の掲載の機会を与えていただき、且つ貴重なアドバイスもいただいた JAMSAT 役員の皆様に感謝申し上げます。

【関連 URL】:

*1 <http://www.dk1tb.de/indexeng.htm>

*2 <https://www.amsat.org/shop/>

*3 <http://uz7.ho.ua/packetradio.htm>

【参考情報】 システム構成写真とシステム系統図

後述になりますが、各種のアプリケーションプログラムを使っている私の無線シャックの衛星通信関係部分のシステム構成とシステム系統図を、以下に示します。

(1) アンテナ設備



写真1 アンテナ設備

400km~10000km 離れた宇宙の衛星の電波を受信するアンテナ(自作)と微弱な電波を増幅するプリアンプ。写真3の無線機(IC-9700)でその信号を受信(送信)。衛星の方向にアンテナを向けるための仰角・方角ローテータ(モーター)を写真2のローテータコントローラで駆動制御。

(2) KR-400 方角・KR-500A 仰角ローテータ
コントローラ(追加改造)



写真2 KR-400(左) KR-500A(右)

左側が方角駆動制御用で S⇔N⇔S 方向をメータで表示。右側が仰角駆動制御用で 0度(水平)⇔90度(天頂)⇔180度(反転)をメータで表示。メータの下側のピアノスイッチ押下で手動制御可。写真3のインターフェースBOX経由で通常はSatPC32/SatPC32ISSアプリで制御する。

(3) IC-9700 無線機・ST2-USB ローテータ
コントローラインターフェースBOX



写真3 ST2-USB(上) IC-9700(下)

受信データを復調、送信データを変調する無線機(IC-9700)。その上はコントローラインターフェースBOX(ST2-USB)。写真4のアプリケーションプログラムで制御。

(4) 各種アプリケーションプログラム

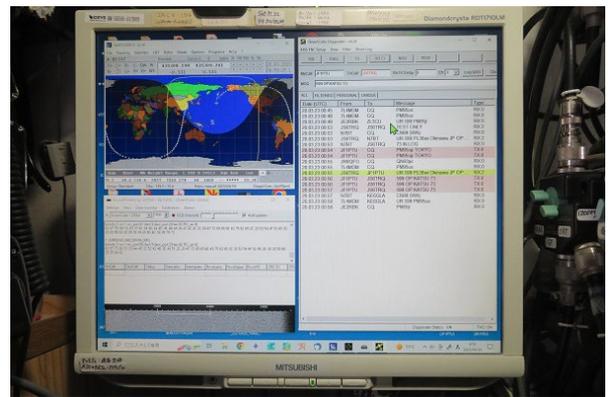


写真4 アプリケーションプログラム表示ディスプレイ

パソコン本体には以下のアプリケーションプログラムがインストールされており、その内容を写真4のディスプレイで表示。

- ・(SatPC32)/SatPC32ISS アプリ(画面左上):
アンテナ制御(衛星追尾)、無線機のドップラー周波数制御、モード制御。
- ・SoundModem アプリ(画面左下):
無線機で受信復調したオーディオ信号を解読して文字データに変換。Digipeater アプリで生成した文字データをオーディオ信号で変調し無線機で送信。
- ・GreenCube Digipeater アプリ(画面右):
送受信文字データ(コールサイン、メッセージ)を可視可能なコールサイン、メッセージとして表示。

(5) システム系統図(IO-117 経由の交信の場合)

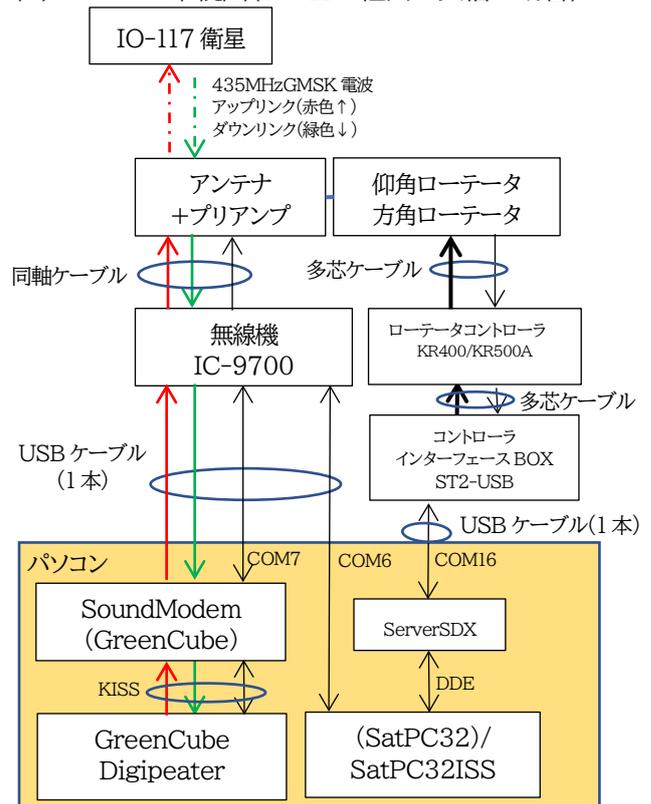


図35 システム系統図(IO-117 経由の交信)