

# UFOOrbitV2 Users Manual

## 目 次

1. はじめに.....	2
2. インストール .....	2
3. 基本的な処理の流れ .....	2
4. 操作方法 .....	3
4.1 ベースウインド .....	3
4.2 Main シート.....	5
4.3 Quality シート .....	7
4.4 Stream シート.....	10
4.5 Radiantシート.....	11
4.6 Trail map シート.....	13
4.7 Ground map シート.....	16
4.8 Orbit シート.....	18
5. 技術資料 .....	19
5.1 データ一覧 .....	19
5.2 制限 .....	22
5.3 外部データ入力 .....	23
6. 利用上の注意 .....	25
7. 謝辞 .....	25
8. 改版履歴 .....	26

## 1. はじめに

UFOOrbit は同時観測された流星情報からその軌道を計算し、閲覧するためのツールで、以下の機能があります。

- 複数の UFOAnalyzer 出力(M\*.csv)からの同時観測流星検出、輻射点、地表経路、軌道の計算
- 全天の輻射点を一覧する輻射点マップ表示
- 星図上で観測流星経路と輻射点の位置関係を表示するトレイルマップ表示
- 流星経路の地図上表示
- 太陽系内軌道表示
- 流星情報データベース UFORadiant への U2\_\*.csv の出力

本マニュアルは UFOOrbitV2 V2.10 に準拠しています。

## 2. インストール

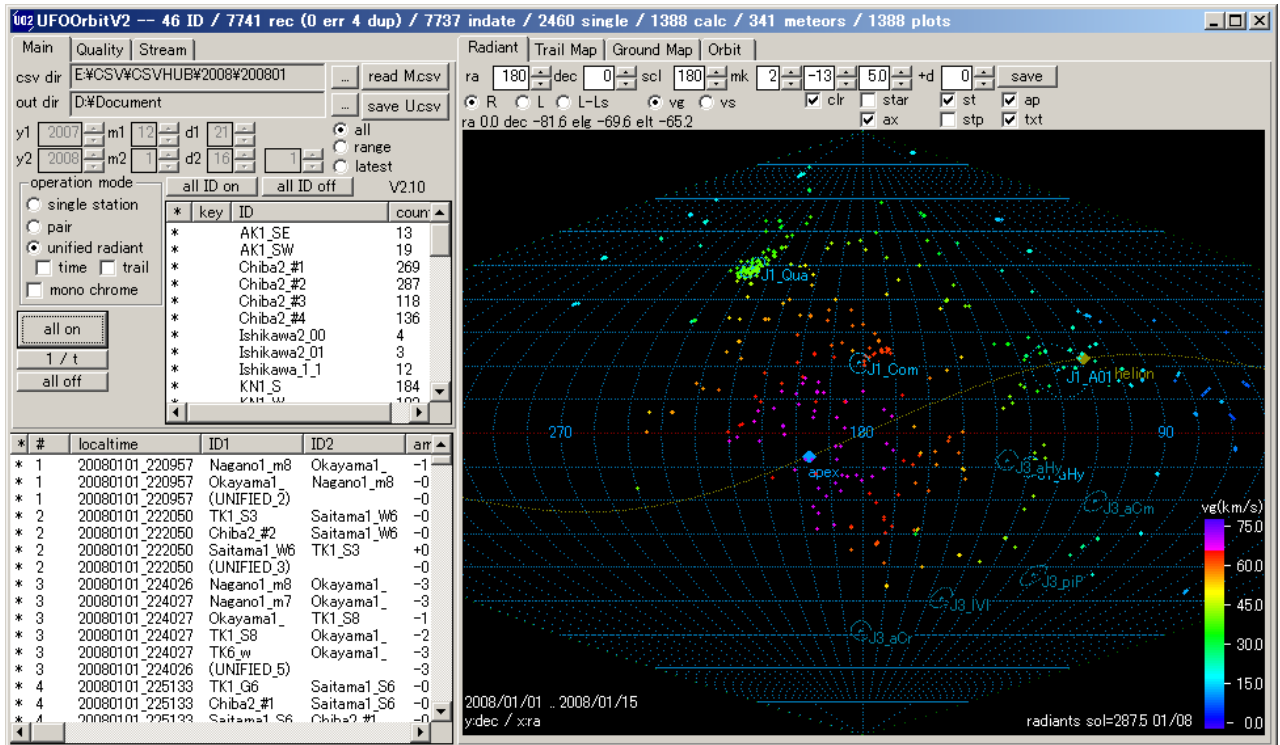
- 動作環境は Windows 2000/Xp/Vista です。
- SonotaCo.com より UO2xx.zip (または.lzh) パッケージをダウンロードします。
- パッケージを解凍してできる UO2 ディレクトリを実行ディレクトリとなる適当なディレクトリ (C:\Program Files\UO2 等)に配置します。
  - 特別なインストール作業は不要で、UO2 ディレクトリ内の UO2.exe を起動すると動作を開始します。
- アンインストール時は UO2 ディレクトリを削除してください。
- UO2xx.zip (または.lzh) パッケージには日本地図が同梱されています。
  - その他の地域で使用する場合
    - SonotaCo.com より地図データ GM\*.zip を入手し、解凍して UO2 ディレクトリに配置します。
    - Ground Map シート上部で Base Map として指定してください。
    - 既存地図データがない地域で利用する場合には、SonotaCo までご相談ください。

## 3. 基本的な処理の流れ

1. 複数地点の流星観測情報(UFOAnalyzer 出力)である M\*.csv を集め、特定のディレクトリに格納しておきます。
2. 1.のディレクトリを Main シートの csv dir に指定します。
3. 読み込み日付範囲を all/range/latest など指定し、read M.csv ボタンを押して M\*.csv を読み込みます。
4. 読み込み後に自動的に同時流星の検出と分析が実行されます。
5. 各シートの機能を使って閲覧し、必要なら各マップの save ボタンで図を出力します。
6. 必要なら Main シートの save U.csv を押し、UFORadiant 用の U2\_\*.csv を出力します。
7. Quality シートによる品質を指定、および Stream シートにおける群指定により表示を絞り込むことができます。

## 4. 操作方法

### 4.1 ベースウィンド



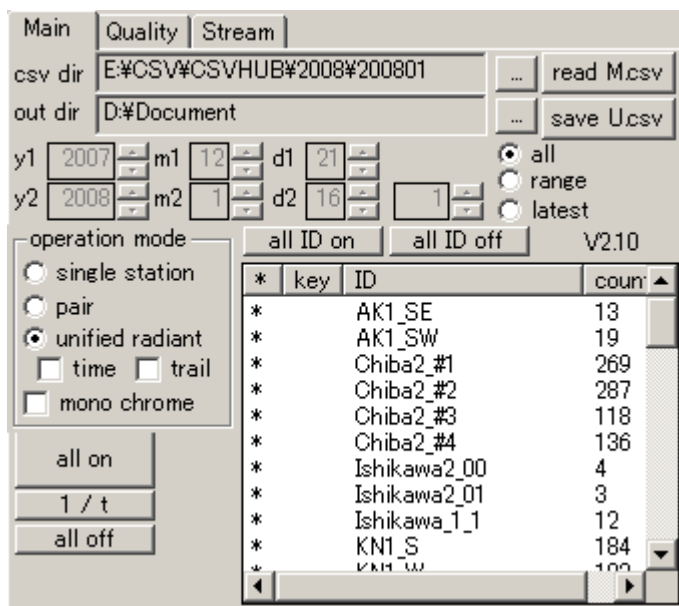
ベースウィンドは、タイトルバー、左シート部、右シート部、下部のレコードリストの4つからなっています。

#### ● タイトルバー

- 右端に最小化、最大化、終了の3つのボタンがあります。×ボタンクリックで終了します。
- 読み込み後は以下の内容をタイトルバーに表示します。
  - ID : 読み込み ID 数
  - rec : 読み込み全レコード数
  - err : 不良レコード数
    - 不完全なレコードや、データの辻褃の合わない、無視されたレコード数です。
    - 無視されたレコードは UO2 ディレクトリに ErrRec.csv として出力されます。
  - dup : 重複レコード数
    - localtime, ID が同一のレコードは重複レコードとしてカウントされます。
    - 重複レコードの中でどのレコードが計算に使用されるかは不定です。
    - 重複状況は UO2 ディレクトリに DupRec.csv として出力されます。
    - 0 以外の数値が表示された場合には、原因を調べ、重複がないように整理してください。
  - indate : 指定日付範囲内レコード数
  - single : Quality シートの Single 欄での絞り込み条件をクリアしたレコード数。

- orbit, paired orbit, UNIFIED orbit : 同時観測の可能性があり、計算された全軌道数 (single site モード時は表示されません)
  - meteors : 流星数 (single site モード時は表示されません)
  - plots : 表示数(single site モード時は表示されません)
- 左シート部 : **Main, Quality, Stream** の 3 つのシートがあります。各シートは名称のあるタブ部分をクリックすると切り替えることができます。
- 右シート部 : **Radiant, Trail map, Ground map, Orbit** の 4 つのシートがあります。
- レコードリスト : 計算結果の一覧表です。
  - 列名部分のクリックで以下のメニューが表示されます(表機能はすべての表に共通です)。
    - **Hide** : その列を非表示にします。
    - **Row Select** : 表示列を一覧から選択します。
    - **Sort +** : その列の値で昇順に並べ替えます。
    - **Sort -** : その列の値で降順に並べ替えます。
  - 列の幅は列名部分の境界線のドラッグで変更できます。
  - 各行では以下の操作ができます。
    - クリック -> その行のみの選択オン/オフ
    - ctrl キーを押しながらのクリック -> その行の追加選択オン/オフ
    - \*列、#列の右クリック -> その行を含む全同時観測の選択オン
    - \*#以外の列の右クリック -> 行内容一覧表示
  - すべての行の選択の一括オン/オフは **all on / all off** ボタンで設定できます。

## 4.2 Main シート



**csv dir** : "." ボタンで M\*.csv を読み込む入力ディレクトリを指定します。サブディレクトリがある場合にはその全てが読み込み対象になります。

**out dir** : "." ボタンで マップと U.csv の出力先ディレクトリを指定します。

**read M.csv** : 指定ディレクトリ内の全 csv を読み込み処理します。

**save U.csv** : 下部のリスト内で \* がついているレコード内容を out dir に csv 形式で保存します。

**all** : 入力ディレクトリ内の全レコードを処理対象にします。

**range** : 左の年月日指定欄の y1/m1/d1 ~ y2/m2/d1 (UT) を処理対象とします。

**latest** : 現在の日時から 左で指定されている日数の範囲のレコードを処理対象とします。

**ID リスト** : 読み込まれたレコード内の全 ID が表示されています。以下の指定ができます。

- \* 列: \* がついている ID のみが処理対象になります。
  - ダブルクリックで\*のオンオフを変更できます。
  - **all ID on** ボタンで全てをオンに設定できます。
  - **all ID off** ボタンで全てをオフに設定できます。
- key 列: \* がついている ID を使用する組み合わせのみを処理対象とします。
  - ダブルクリックでオンオフを変更できます。
- count 列: 読み込まれたレコード数を表示しています。

**single station** : 単点での観測結果を扱うモードとします。

- 入力した単点レコード一覧で特定時刻の観測の有無を確認する場合などに使用します。
- Trail map では 単点観測の経路を表示することができ、単点観測情報からその進入方向の集中の様子を見ることなどができます。
  - Stream シートによって単点での群分類情報を利用した絞込みができます。

- Radiant, Ground map, Orbit は表示できません。

**pair** : 同一流星観測の可能性のあるすべての 2 観測の組み合わせを計算するモードとします。

- 1 つの流星に関して、n 観測あれば、最大  $n*(n-1)$  個の軌道数(1 ペア当たり 2 軌道)になります。

**unified radiant** : 同時観測データから唯一の輻射点と平均速度を計算して使用するモードとします。

- 一度 pair と同一の処理をして、同一流星として使用する観測を決定します。この際、Quality シートで指定された条件で観測の絞込みをします。絞込みはこの時 1 度しか実行されません。
- 同一流星に対する観測から統一輻射点を計算し、統一輻射点を用いた軌道計算が再度行われ、n 観測に対して n 個の結果が生成されます。
- さらに 1 つの "UNIFIED\_n" という ID をもつレコードが追加されます。
- "UNIFIED\_n"レコードには n 観測の経路情報を統合した結果が格納されます。
- Quality シートの log チェックボックスがオンの時には実行ディレクトリに UO2\_Unify.log というファイルを作り、統一状況のログを出力します。
- 以下の 2 つの動作モードが指定できます。
  - **time** : オンの時、同時観測データの時刻を強制的に統一して計算します。
    - 観測システムの時刻に誤差がある場合、その影響が減ることがあります。
    - 観測区間が異なる場合には誤差が大きくなる可能性があります。
  - **trail** : オンの時、流星経路を可能な限り統一して計算します。

**mono chrome** : モノクロで表示します。

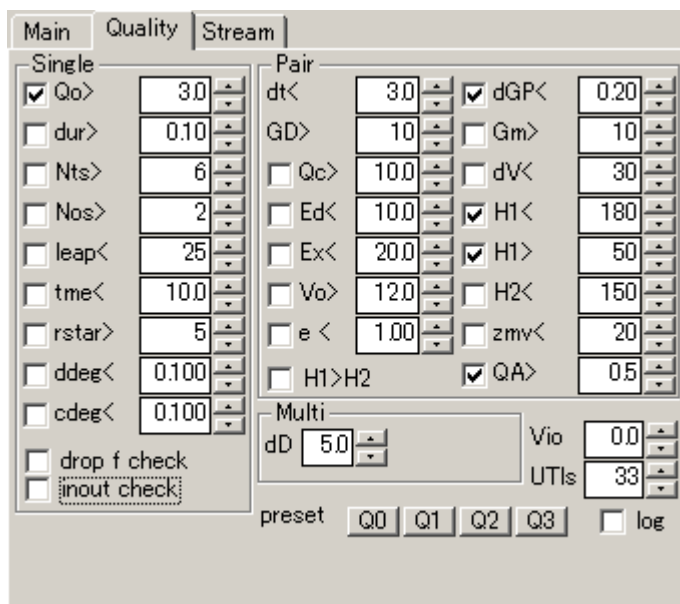
**all on**: レコードリストの \* をすべてオンに設定します。

**all off**: レコードリストの \* をすべてオフに設定します。

1/t :

- pair モードでは、同一流星内で、最も総合品質尺度 QA の大きな 1 つの流星のみを選択します。
- unified radiant モードでは、同一流星内の統合結果である UNIFIED コレードのみを選択します。

## 4.3 Quality シート



Quality シートでは、軌道計算に使用するレコードの選別条件を指定します。

- Single 欄でチェックボックスがオンになっている場合、そのすべての条件を満たすレコードのみが同時流星判定に使用されます。
- Pair 欄でチェックボックスがオンになっている場合、そのすべての条件を満たす組み合わせのみが使用されます。
- Multi 欄で指定されている条件を満たすものは同一流星と見なされ同一の流星番号(#)が設定されます。
- **Q0, Q1, Q2, Q3** のボタン押下によって、プリセットされた選別条件を設定できます。
  - **Q0** : 時刻差(dt), 観測点間距離(GD)を満たすすべての組み合わせが計算対象となります。この場合、多くの不適切な組み合わせや精度の悪い結果が含まれます。
  - **Q1** : 輻射点位置計算における最低限度の品質を設定します。
  - **Q2** : 輻射点位置および速度計算における標準品質を設定します。
  - **Q3** : 精度のよい観測の組み合わせのみに絞込みます。
  - プリセット値設定後も任意の条件を追加削除変更できます。
    - 通常、条件の悪い観測を排除するには Qo, Qc, QA による絞込みが有効です。
    - 輻射点座標の精度を求める場合には Ed での絞り込みが有効です。
    - 速度や軌道半径の精度を求める場合には Ex での絞り込みが有効です。
    - Single 欄で十分精度の高い観測のみに絞り込むことによって、計算する組み合わせ数を減らし、処理速度を上げることができます。
- **log** : チェックボックスがオンの場合、UO2 ディレクトリに群分類ログ UO2\_Group.log と 品質条件判定ログ UO2\_Quality.log を出力します。
- **Vio** 欄 : 軌道計算時に使用する大気減速量  $V_{inf} - V_o$  を指定することができます。通常 0.0 で使用します。
- **UTIs** 欄 : UT1 と UTC 間の閏秒(leap second)累積値を指定します。2007 年現在 33 秒です。

### Single 選択条件

名称	単位	意味
Qo	deg	観測経路角
dur	sec	継続時間
Nts	sample	継続時間内のサンプル数(フィールド数またはフレーム数)
Nos	sample	継続時間内で実際に対象が検出されたサンプル数
leap	%	$(Nts - Nos)/Nts * 100.0$
tme	sec	キャプチャ時に指定されている観測時刻精度
rstar	個	クリップ分析時の比較恒星数
ddeg	deg	クリップ分析時の平均位置測定誤差
cdeg	deg	クリップ分析時の平均経路内位置直線性誤差
drop f check	-	キャプチャ時にフレームドロップが発生していたものを排除
inout check	-	測定した流星の始点終点が画面端に近い(視野外だった可能性が高い)ものを排除

### Pair 選択条件(同時観測を形成する両レコードで同時に成立した組み合わせのみが選択されます)

名称	単位	意味
dt	sec	観測時刻差 (*1)
GD	km	観測地点間基線長
Qc	deg	観測平面交差角
Ed	deg	輻射点位置誤差評価角(*2)
Ex	deg	経路決定誤差評価角(*3)
Vo	km/s	流星の観測速度 (下限の設定)
e	-	離心率 (速度の上限の設定に相当)
dGP	deg	地表経路の極方向の観測点間の差
Gm	%	経路の観測区間重複率
dV	%	2 地点間で計算した観測速度
H1	km	開始点高度(上限設定および下限設定)
H2	km	終了点高度(上限設定)
zmv	deg	天頂引力補正による輻射点位置移動角度
QA	-	総合品質尺度(*4)
H1>H2	-	開始点高度が終了点高度より低いものを排除

### Milti 選択条件(同一流星判定条件)

名称	単位	意味
dD	deg	同一流星と見なす輻射点方向および地上経路極方向誤差の最大値(*5)



\*1 : 時刻の同時性判定には dt での指定以外に流星継続時間と tme が考慮されます。このため dt で指定されている値以上の観測開始時刻差があるものが結果に含まれることがあります。

\*2 : Ed は 観測時の位置測定誤差に、経路長、輻射点離角、観測平面交差角を加味して算出されている 輻射点位置の誤差を評価する値です。

- 以下の式により計算されています(Qr2 は終点と輻射点の離角です)。
- $Ed = (cdeg/\sqrt{Nts} + ddeg) / Qo * Qr2 / \sin(Qc)$

\*3 : Ex は Ed に終点経路垂線角による評価を加味した値で経路上の位置計算誤差を評価する値です。

- 以下の式により計算されています(Qd2 は終点経路垂線角 で、相手側の観測平面への垂線と終点観測方向間の角度と 90 度との差です)
- $Ex = Ed / \sin(Qd2)$

\*4 : QA は Qo と Ex を主にした総合評価尺度(0.0 ~ 1.0)です。1.0 に近いほど信頼性が高いことを示しています。

- QA は 1/t 処理において自動的に 1 つの結果を選択するための数値であり、経験的に決定された算出式を用いています。
- 明確な基準で軌道を選択したい場合には、個別の条件設定をしてください。
- QA は以下の要素を元に計算されています。
  - 単一レコードでの評価
    - drop,inout,tme,leap,Qo
  - ペアでの評価
    - vo,e,Ex

\*5 : dD

- 以下の条件をすべて満たすものを同一流星と判定します。
  - 開始時刻差が 1 分以内
  - 観測輻射点方向の差が dD 以内
  - 地上経路の極の方向差が dD 以内

#### 4.4 Stream シート

* stream	cnt	M/D1	M/D2	M/Dp	solp	ra
spo	1002				0.0	0.0
J1_Qua	226	12/20	01/22	01/04	283.5	27.0
J1_A01	60	01/01	02/02	01/16	295.7	17.0
J1_dLm	44	12/02	01/03	12/20	268.4	16.0
J1_Com	31	12/12	01/30	01/23	302.7	19.0
J1_aHy	8	12/28	01/15	01/05	284.7	17.0
J2_S87	7	01/01	01/05	01/02	282.0	17.0
J1_A12	7	12/01	01/01	12/15	262.8	9.0
J2_S86	3	01/01	01/05	01/02	282.0	17.0
J2_aMo	0	11/14	11/25	11/22	239.3	17.0
J1_A09	0	08/31	09/30	09/15	171.9	5.0
J2_Aur	0	08/25	09/08	09/01	158.6	8.0
J2_aCe	0	10/20	02/22	02/08	319.2	27.0
J1_A08	0	07/31	08/31	08/15	142.0	30.0
J1_A04	0	04/01	04/30	04/15	24.8	27.0

Stream シートでは群分類パラメータの設定と表示群の指定を行います。

**dr%:** 計算により求めた修正輻射点座標(ra\_t,dc\_t)とカタログ上輻射点座標間の角距離 dr の カタログ上半径との比率の許容上限百分率を指定します。

- カタログ上半径 R が 3 度の場合、dr% に 120 を指定すると 3.6 度以下の誤差を許容します。

**dv%:** 計算により求めた地心速度(vg)とカタログ上地心速度との速度差 dv のカタログ上地心速度との比率の許容上限百分率を指定します。

- カタログ上 vg が 40km/s で dv% に 40 を指定すると ±16km/s 以下の誤差を許容します。

**ddays :** カタログ上の出現日付範囲 M/D1 ~ M/D2 を ddays 日前後に延長して判定します。

群判定は、dr,dv,ddays のすべてが許容される中で最も dr の小さい群に分類されます。

**all on:** すべての群の\*をオンに設定します。

**all off:** すべての群の\*をオフに設定します。

**cnt > 0:** 分類された流星数(cnt)が正のもののみ\*をオンに設定します。

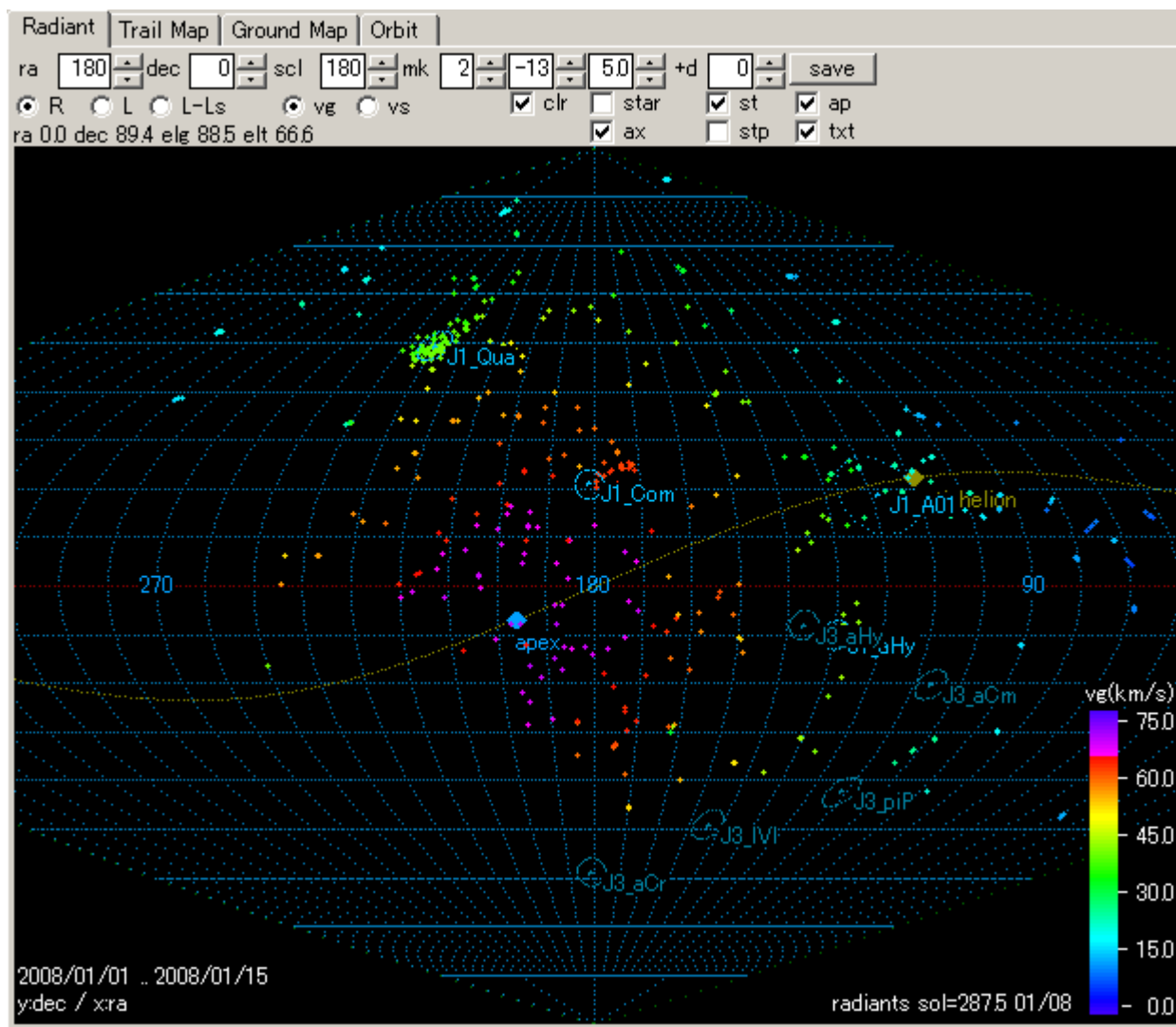
表中の cnt 列には、その群に分類されたレコード数が表示されています。Main シートで 1/t ボタンを押すことにより、重複を省いた流星数とすることができます。

表中の行をクリックすると、その群に分類されたレコードのみを各種マップに表示できます。1/t 表示状態であった場合はそれが解除されます。改めて Main シートで操作してください。

表中の行を ctrl キーを押しながらクリックすると、追加指定できます。

**re-group:** 設定されている条件で群分類をやり直します。single site モードでも有効です。

## 4.5 Radiantシート



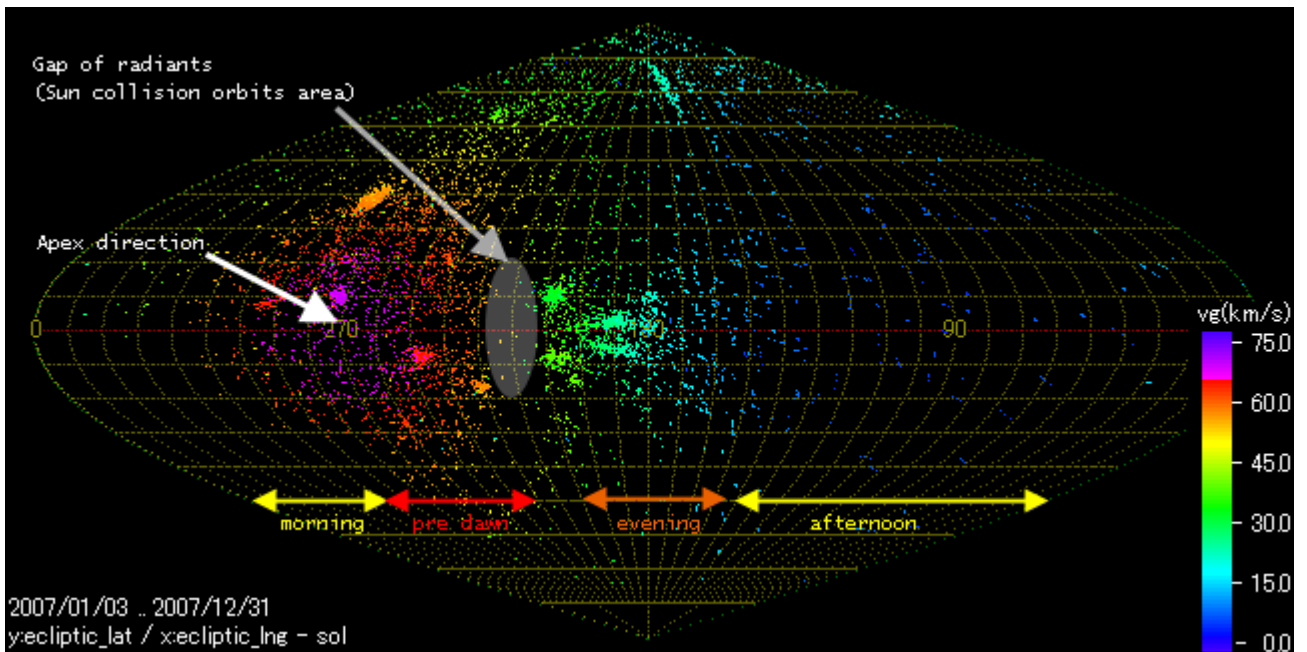
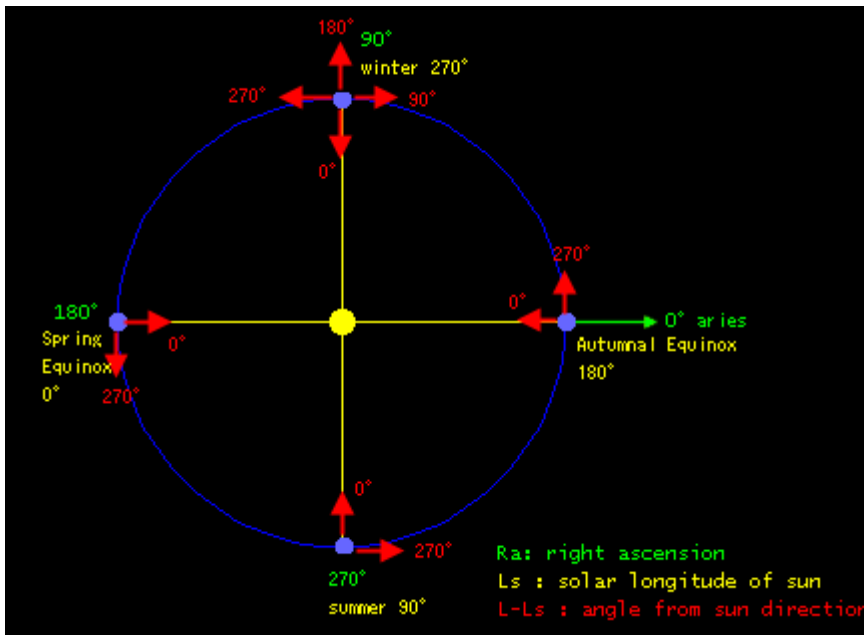
Radiant はサンソン図法上の全天図上に輻射点をプロットするものです。以下のオプションを指定できます。

特定の輻射点をクリックすることにより、そのレコードを選択ハイライト表示することができます。

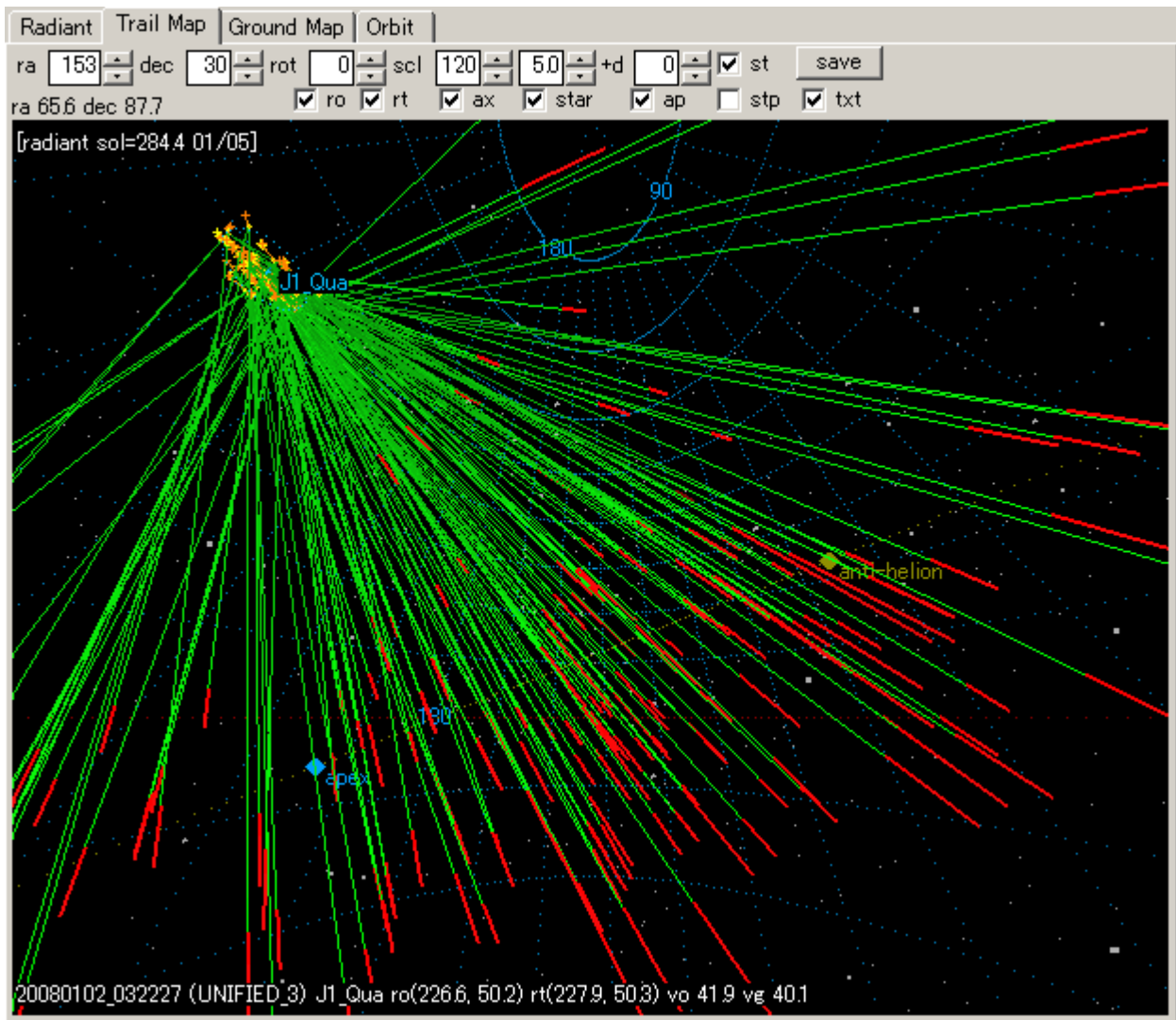
- **ra/elg**: 中心位置の赤経または黄経を 度単位で指定します。
- **dec/elt**: 中心位置の赤緯または黄緯を度単位で指定します。
- **scl**: ウィンドの縦サイズに相当する角度を指定します。
- **mk**: 1~4 で 輻射点マークの大きさを指定します。
- **clr**: 輻射点を速度に応じたカラー表示とします。clr の設定値は-79~79 で 0.0km/s に相当する色を指定します。負でグラデーション方向が逆になります。
- **star**: 指定等級までの恒星を表示します。
- **+d**: 輻射点,apex,anti-helion の計算日付を指定日数増減します。
- **st**: 輻射点のカタログ上位置を表示します。
- **stp**: 輻射点のカタログ位置を日時を無視してその極大時の位置に表示します。
- **ax**: 赤経赤緯線または黄経黄緯線を表示します。

- **ap** : 黄道、apex(地球向点)、anti-helion(反太陽点)を表示します。
- **txt** : 文字情報を表示します。
- **R** : 赤経、赤緯モードで表示します。
- **L** : 黄経、黄緯モードで表示します。
- **L-Ls** : 黄経、黄緯モードで輻射点位置の黄経は 黄経-出現時の太陽黄経を使用します。\*
- **vg** : 地心速度を使用して色分け表示します。
- **vs** : 日心速度を使用して色分け表示します。
- **save** : 図をファイルに bmp 形式で格納します。

\* **L-Ls** は流星群の典型的な輻射点移動量である赤経 1 度/日をキャンセルするとともに、以下のように輻射点の太陽方向からの角度を x 軸として表示し、流星群の検討をするための図法です。



## 4.6 Trail map シート



Trail map は 心射図法上に、観測経路、輻射点方向、観測輻射点、修正輻射点をプロットするものです。以下のオプションを指定できます。

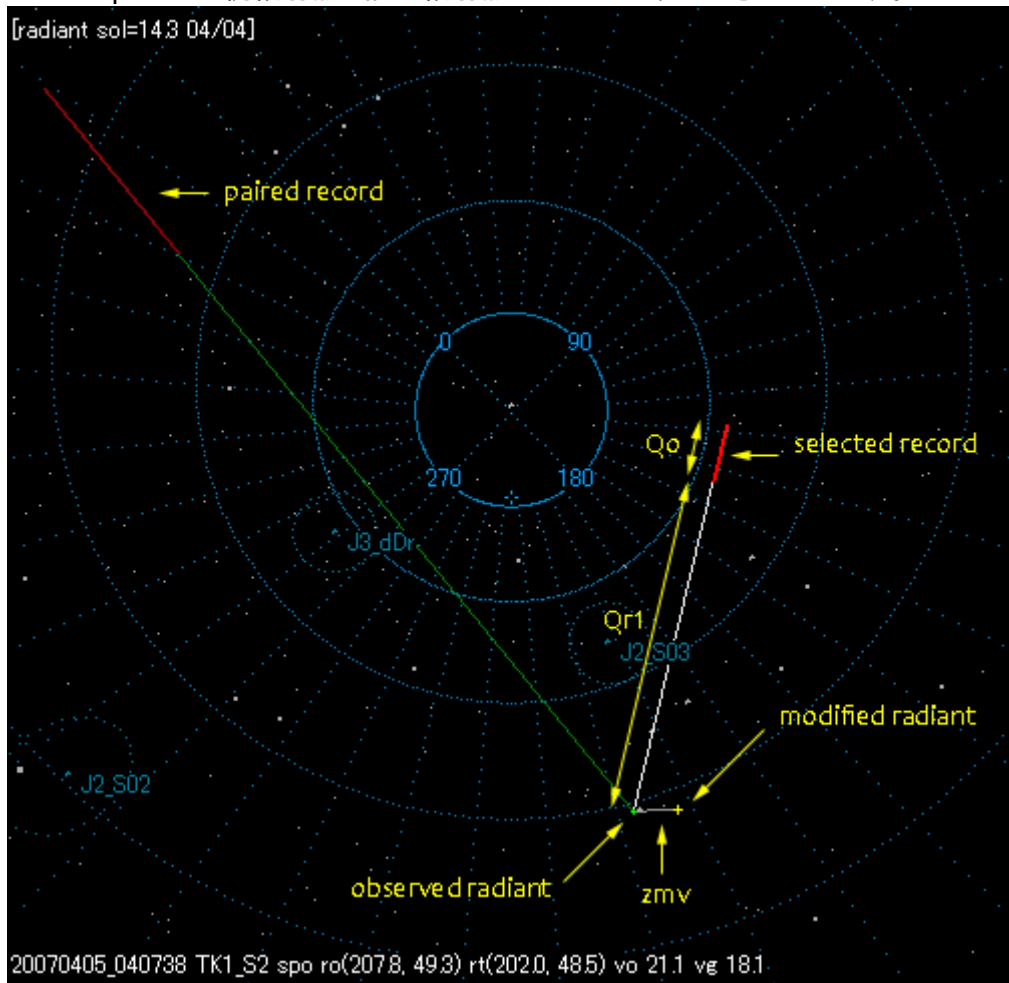
- **ra** : 中心位置の赤経を度単位で指定します。
- **dec** : 中心位置の赤緯を度単位で指定します。
- **rot** : 中心における回転角を度単位で指定します。
- **scl** : ウィンドの横サイズに相当する角度を指定します。
- **star** : 指定等級までの恒星を表示します。
- **+d** : 輻射点,apex,anti-helion の計算日付を指定日数増減します。
- **st** : 輻射点のカタログ上位置を表示します。
- **stp** : 輻射点のカタログ位置を日時を無視してその極大時の位置に表示します。
- **ro** : 観測経路、輻射点および 経路輻射点間線を表示します。
- **rt** : 修正輻射点を表示します。同時に ro がオンの時は天頂引力補正移動線も表示します。
- **ax** : 赤経赤緯線を表示します。
- **ap** : 黄道、apex(地球向点)、anti-helion(反太陽点)を表示します。

- **txt** : 文字情報を表示します。
- **save** : 図をファイルに bmp 形式で格納します。

Trail map 上では特定の経路(明るい緑)をクリックすることにより、そのレコードを選択することができます。

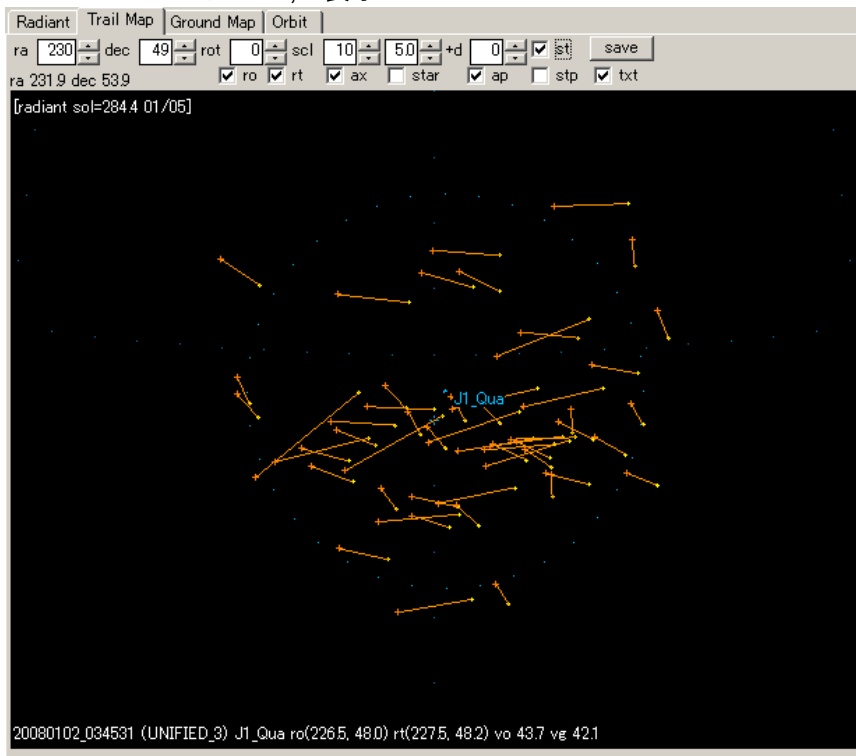
選択されたレコードはレコードリストとマップ上でハイライト表示されます。

Trail map 上には視輻射点と修正輻射点が以下のように示されています。

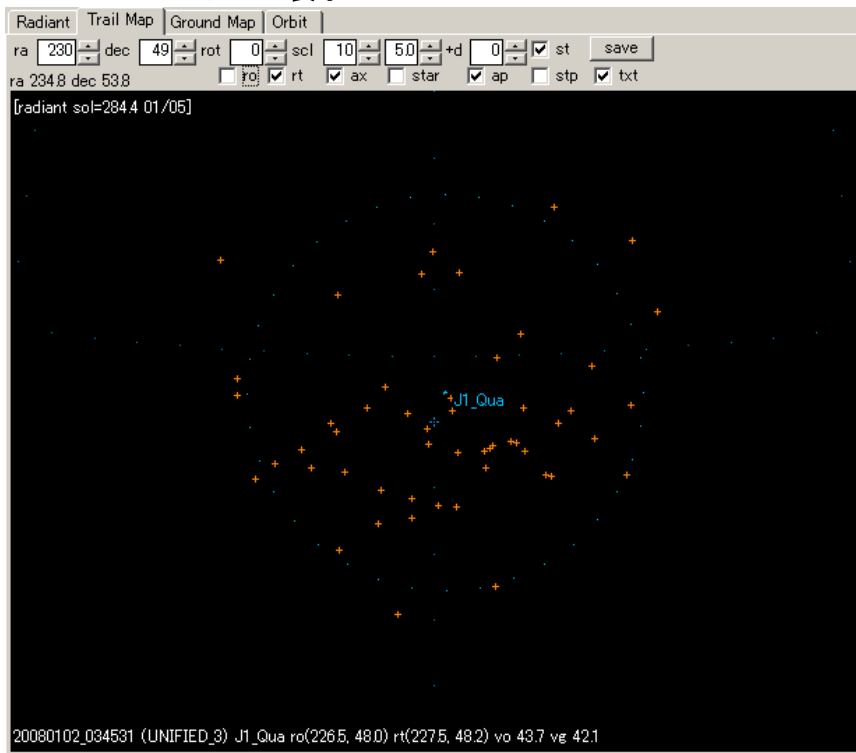


unified radiant モードの UNIFIED レコードは以下のように修正輻射点情報がオレンジ色で表示されます。また UNIFIED レコードについては観測経路は表示されません。

### UNIFIED レコードの ro,rt 表示

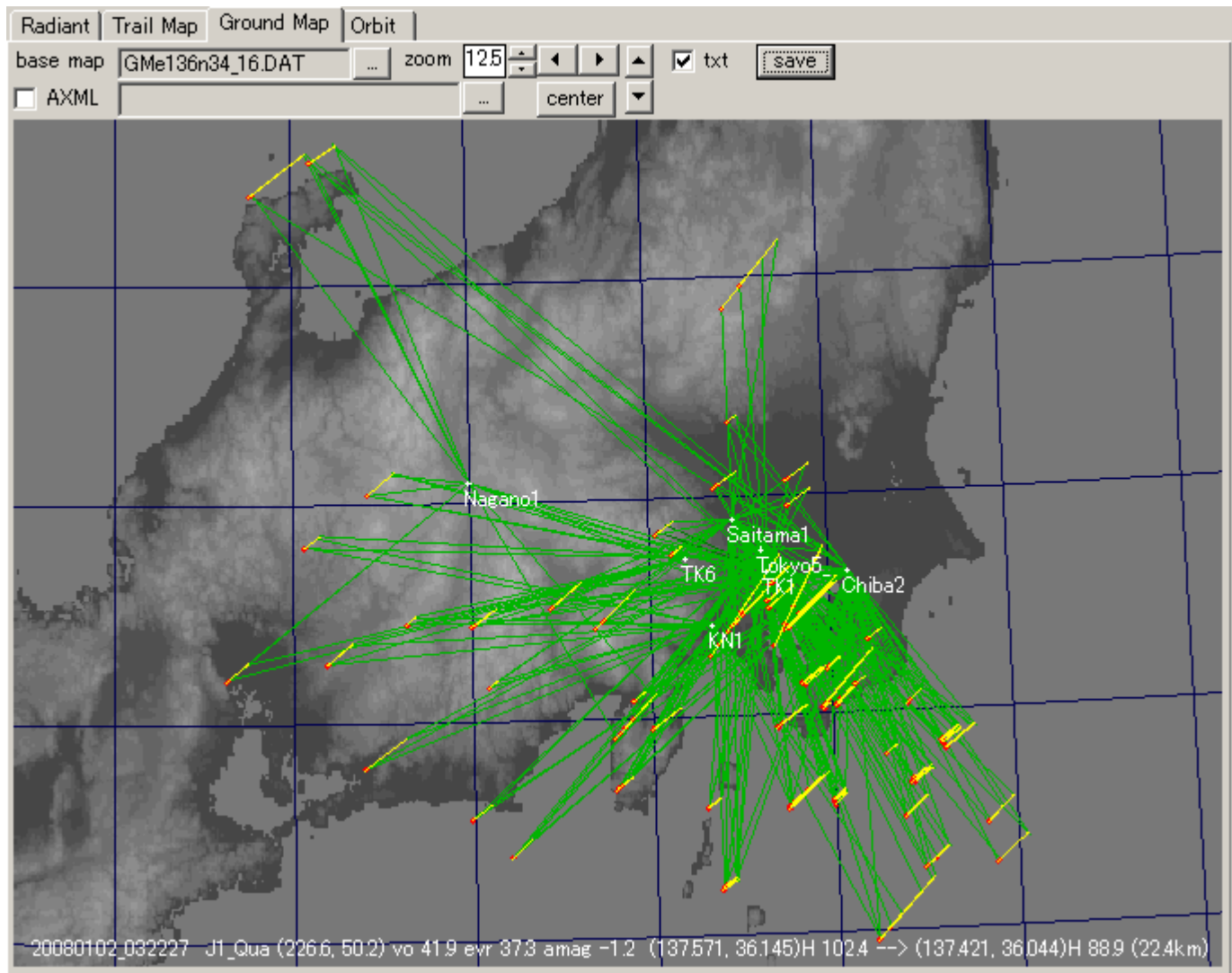


### UNIFIED レコードの rt 表示





## 4.7 Ground map シート



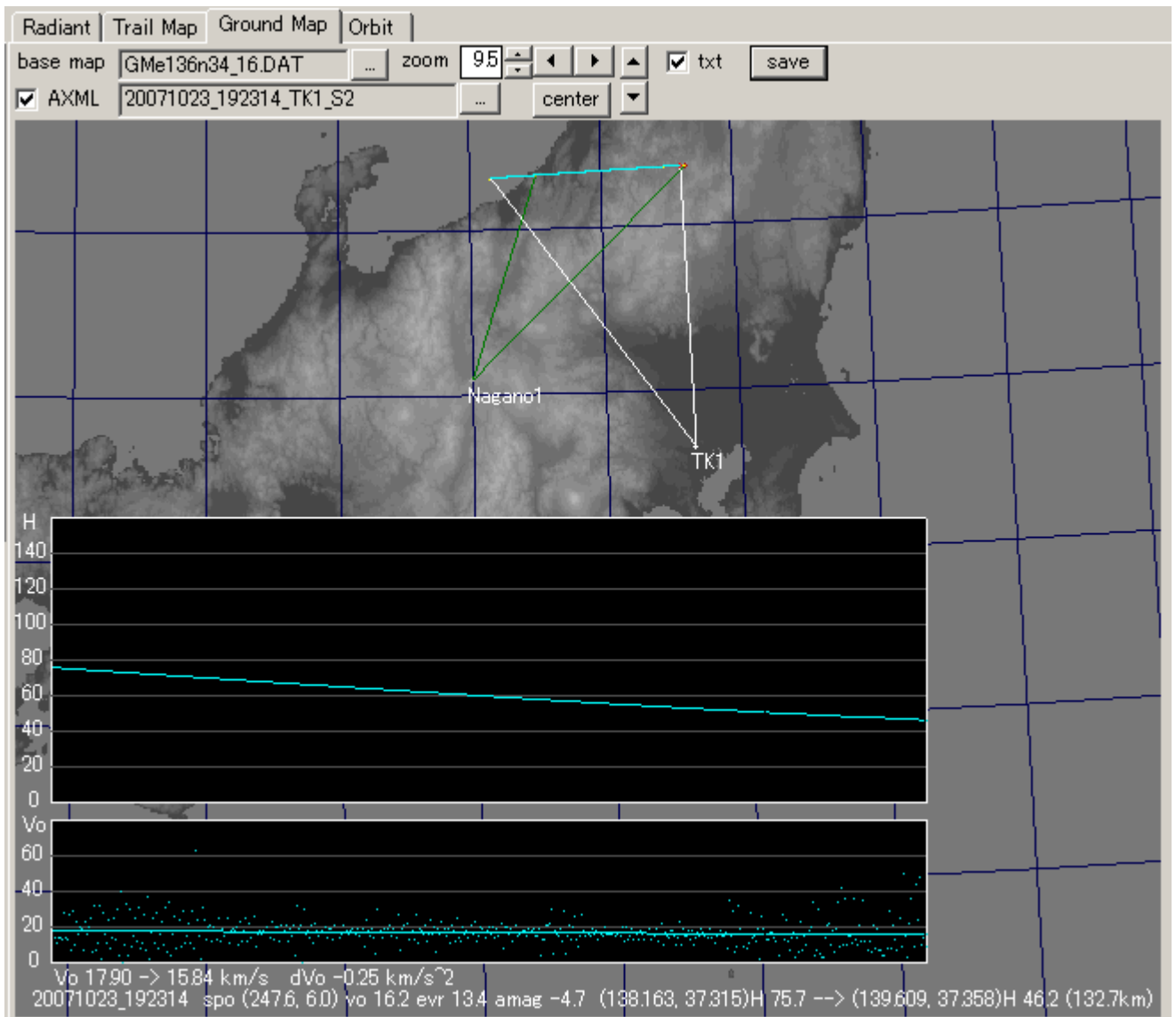
Ground map は心射図法の背景地図上に観測点、観測方向、流星経路を表示します。下のオプションを指定できます。

画面上をクリックすることにより、最も近いレコードを選択ハイライト表示することができます。

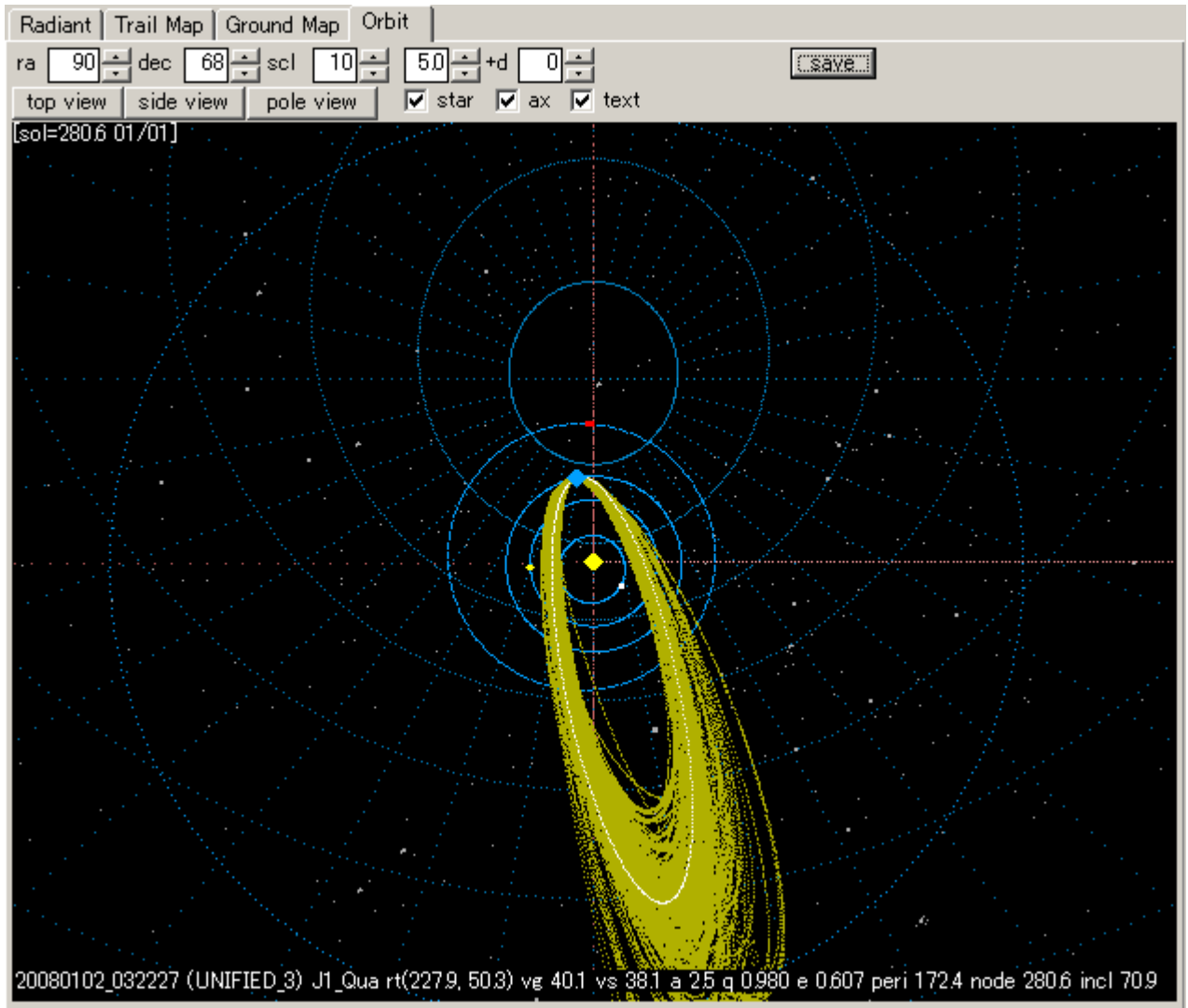
- **base map** : 背景地図を選択します。パッケージ添付以外の背景地図は SonotaCo.com より入手してください。
- **zoom** : 拡大率を指定します。
- スピンボタン : 縦横に表示範囲を移動します。
- **center** : 流星経路をできるだけ中心に表示します。
- **txt** : 文字情報を表示します。
- **save** : 図をファイルに bmp 形式で格納します。
  
- **AXML** : 以下の手順により、Ground Map 上に特定観測における 対地高度(H km)および観測速度(Vo km/s)のサンプル毎プロットを表示することができます。



1. 表示したい観測について、UFOAnalyzerV2 V2.11 以降で作成された 分析結果である M\*A.XML ファイルを準備します。
2. **Ground Map** シート上の **AXML** チェックボックスの右側の"..."ボタンを押し、用意した M\*.AXML ファイルを指定します。
3. レコードリスト上で M\*A.XML ファイルに対応する分析結果の行をクリックし、その軌道計算結果を表示させます。
4. **AXML** チェックボックスをオンにします。



## 4.8 Orbit シート



Orbit は太陽系俯瞰図上に流星軌道を表示します。以下のオプションが指定できます。特定の軌道をクリックすることにより、そのレコードを選択ハイライト表示することができます。

- **ra** : 視点位置の赤経を 度単位で指定します。
- **dec** : 視点位置の赤緯を度単位で指定します。
- **scl** : ウィンドの横サイズに相当する距離(au)を指定します。
- **star** : 指定等級までの恒星を表示します。
- **+d** : 輻射点,apex,anti-helion の計算日付を指定日数増減します。
- **ax** : 赤経赤緯線を表示します。
- **txt** : 文字情報を表示します。
- **top view** : 黄道面を真上からみた図
- **side view** : 黄道面を地球が中心に来る真横からみた図
- **pole view** : 選択軌道の軌道平面の極方向からみた図(1つの軌道をクリックして選択していること)
- **save** : 図をファイルに bmp 形式で格納します。

## 5. 技術資料

### 5.1 データ一覧

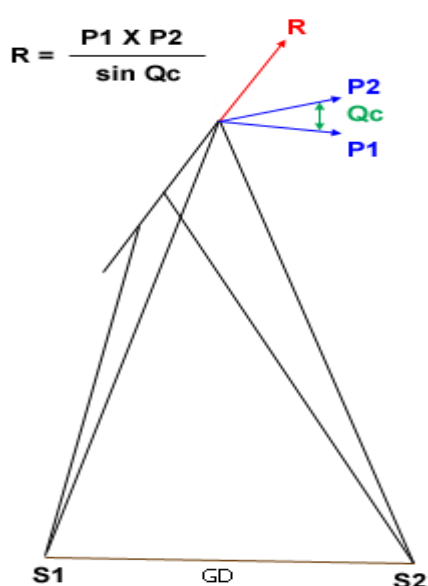
ベースウィンドリスト内容 (U2\_\*.csv 内容と対応しています。single site モード時は一部しか数値が有効になりません)

列名	形式	単位	値	備考
*	a1	-	*: displayed	
#	d	-	number of meteor	
localtime	a20	-	YYMMDD_hhmmss	
mjd	f	day	修正ユリウス日(UTC 準拠)	
sol	f	deg	太陽黄経	
ID1	a20	-	観測点 ID	
ID2	a20	-	参照観測点 ID	
amag	f	-	絶対等級	
ra_o	f	-	視輻射点 赤経	*1
dc_o	f	-	視輻射点 赤緯	*1
ra_t	f	deg	修正輻射点 赤経	
dc_t	f	deg	修正輻射点 赤緯	
elang	f	deg	修正輻射点 黄経	
elat	f	deg	修正輻射点 黄緯	
vo	f	km/s	観測速度	
vg	f	km/s	地心速度	
vs	f	km/s	日心速度	
a	f	au	軌道長半径	
q	f	au	近日点距離	
e	f	-	離心率	
p	f	year	周期	
peri	f	deg	近日点引数	
node	f	deg	昇交点黄経	
incl	f	deg	軌道傾斜角	
stream	a7	-	流星群名	
dr	f	deg	輻射点位置誤差	
dv%	f	%	地心速度誤差	
dur	f	sec	継続時間	
Qo	f	deg	観測経路角	
mag	f	-	観測等級	
av	f	deg/sec	観測角速度代表値	
Voa	f	km/s	reserved	

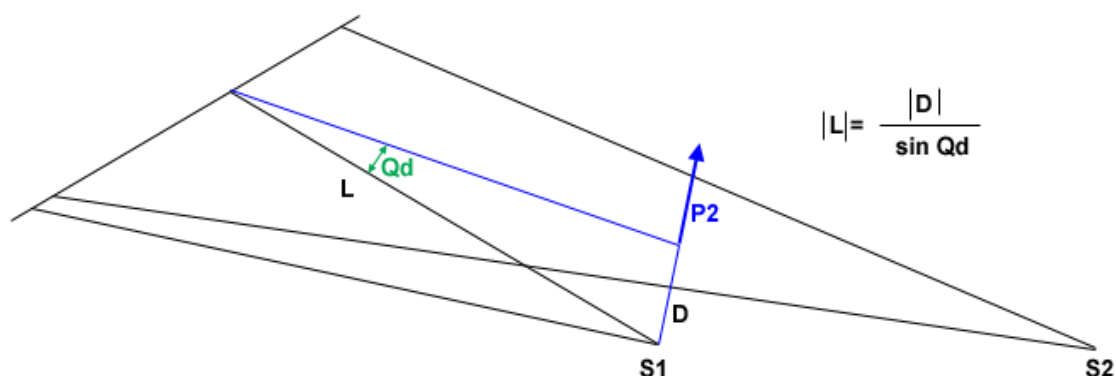
Pra	f	deg	観測経路極 ra	*1
Pdc	f	deg	観測経路極 dec	*1
GPlng	f	deg	地上経路極 lng	
GPlat	f	deg	地上経路極 lat	
ra1	f	deg	始点赤経	
dc1	f	deg	始点赤緯	
az1	f	deg	始点方位	
ev1	f	deg	始点仰角	
lng1	f	deg	始点経度	
lat1	f	deg	始点緯度	
H1	f	km	始点高度	
LD1	f	km	始点観測点間距離	*2
Qr1	f	deg	始点輻射点離角	
Qd1	f	deg	始点方向とその計測平面射影間の角度	*2
ra2	f	deg	終点赤経	
dc2	f	deg	終点赤緯	
az2	f	deg	終点方位	
ev2	f	deg	終点仰角	
lng2	f	deg	終点経度	
lat2	f	deg	終点緯度	
H2	f	km	終点高度	
LD2	f	km	終点観測点間距離	*2
Qr2	f	deg	終点輻射点離角	
Qd2	f	deg	終点方向とその計測平面射影間の角度	*2
LD21	f	km	観測経路長	
az1r	f	deg	始点からみた輻射点方位	
ev1r	f	deg	始点からみた輻射点仰角(突入角)	
evro	f	deg	視輻射点仰角	
evrt	f	deg	修正輻射点仰角	
Nts	d	sample	継続時間サンプル数	
Nos	d	sample	観測サンプル数	
leap	f	%	$(Nts - Nos)/Nts * 100.0$	
rstar	d	star	参照恒星数	
ddeg	f	deg	平均恒星位置測定誤差	
cdeg	f	deg	平均経路位置測定誤差	
drop	d	0/1	キャプチャ時のドロップフレーム有無	
inout	d	0/1/2/3	始点終点視野内種別 0: 始点終点が視野境界 1: 終点が視野境界	

			2: 始点が視野境界 3: 始点終点ともに視野内	
tme	f	sec	時刻設定誤差	
dt	f	sec	2 観測点の開始時刻差	
GD	f	km	2 観測点間距離	*1
Qc	f	deg	観測平面交差角	*1
dGP	f	deg	地上経路極方向差	
Gm%	f	%,	観測経路重複率	
dv12%	f	%	観測速度差%	
zmv	f	deg	天頂引力補正による輻射点移動角	
Ed	f	deg	輻射点位置誤差評価角	
Ex	f	deg	経路決定誤差評価角	
QA	f	-	総合品質	
Y_ut	d	year	観測年(UT)	V2.02 追加
M_ut	d	month	観測月(UT)	V2.02 追加
D_ut	d	day	観測日(UT)	V2.02 追加
h_ut	d	hour	観測時(UT)	V2.02 追加
m_ut	d	minute	観測分	V2.02 追加
s_ut	f	second	観測秒	V2.02 追加
No	d	-	同時観測数	V2.10 追加
Qp	f	deg	統一輻射点による経路極補正角度	V2.10 追加 *3

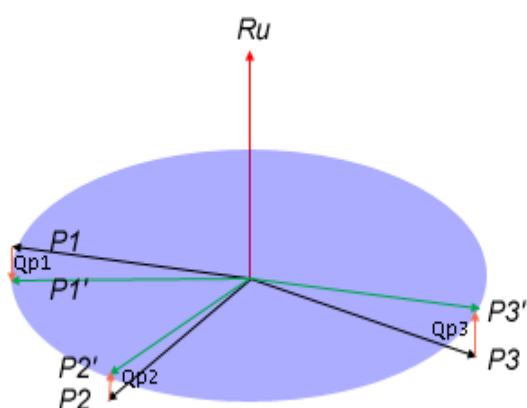
\*1 : 観測輻射点 R、観測平面、経路極 P1,P2, 交差角 Qc の関係



\*2 観測平面、経路極 P2, 観測点計測平面射影間交差角 Qd、対象距離 L の関係



\*3 統一輻射点計算における 観測極 P, 統一輻射点 Ru, 経路極補正角度 Qp の関係



unit vector of pole direction:  $P_i = (\lambda_i, \mu_i, \nu_i)$

unit vector of unified radiant direction:  $R_u = (\lambda_r, \mu_r, \nu_r)$

Total Error:  $E = \sum_i (\lambda_i \lambda_r + \mu_i \mu_r + \nu_i \nu_r)^2$

$$\frac{dE}{d\lambda_r} = \sum_i \lambda_i^2 + 2\nu_r \sum_i \nu_i \lambda_i + 2\mu_r \sum_i \lambda_i \mu_i = 0$$

$$\frac{dE}{d\mu_r} = \sum_i \mu_i^2 + 2\lambda_r \sum_i \lambda_i \mu_i + 2\nu_r \sum_i \mu_i \nu_i = 0$$

$$\frac{dE}{d\nu_r} = \sum_i \nu_i^2 + 2\mu_r \sum_i \mu_i \nu_i + 2\lambda_r \sum_i \nu_i \lambda_i = 0$$

## 5.2 制限

- UFOOrbitV2 には以下の数量制限があります。
  - ID : 1000 以下
  - 読み込みレコード総数 : 400000 以下
- M\*.csv 上の群分類名が \_ で始まるものは読み込まれません。
- M\*.csv 上 dur が 0.01 秒以下のものは読み込まれません。
- 観測方向の赤道座標と、地表座標の辻褄があわないものはエラーとして処理され無視されます。
- 日時、ID、ra1 が同一のレコードが 2 つ以上あった場合、いずれか 1 つが使用され、他は無視されます。
- 1970 年以前の日時は処理できません。

### 5.3 外部データ入力

- 外部データはレコードバージョン R90 および R80 を持つカンマ区切りテキスト(CSV ファイル)に記入します。
- R80 または R90 形式の CSV ファイルを入力ディレクトリに置くだけで、通常の M.CSV と同時に入力し、同時流星発見および軌道計算できます。
- 外部データは 観測地の緯度経度を正確に記入する必要があります。

#### [R90 フォーマット]

R90 形式データでは流星の赤経赤緯が不明の場合には、観測地の緯度経度、観測方位仰角から、赤経赤緯を自動計算して使用します。流星の観測方位仰角が不明の場合には、観測地の緯度経度、観測赤緯赤経から、観測方位仰角を自動計算して使用します。

- R90 形式のサンプル
  - 完全な形式 -> [R90-1.csv](#)
  - 赤経赤緯が不明な形式 -> [R90-2.csv](#)
  - 方位仰角が不明な形式 -> [R90-3.csv](#)
- レコードの説明
  - Ver: “R90” 固定です。
  - Y M D h m s 流星検出開始時刻(地方時間)です。
  - Mag: 等級 (参考情報です、不明な場合は 0 を設定して下さい)
  - Dur: 継続時間(秒) --- 角速度算出に使用します。できるだけ正確に設定して下さい。不明な場合は 0 を指定します。
  - Az1: 開始位置観測方位(度) 南=0.0 西=90.0--- 方位仰角が不明な場合は Az1~Alt2 はすべて 999.9 と指定して下さい。
  - Alt1 開始位置観測仰角(度)
  - Az2: 終了位置観測方位(度) 南=0.0 西=90.0
  - Alt2: 終了位置観測仰角(度)
  - Ra1: 開始位置赤経(度)--- 赤経赤緯が不明な場合は Ra1~Dec2 はすべて 999.9 と指定して下さい。
  - Dec1:開始位置赤緯(度)
  - Ra2: 終了位置赤経(度)
  - Dec2:終了位置赤緯(度)
  - ID: 観測点識別 ID(英数 16 文字まで)
  - Long: 観測地 東経(度)
  - Lat: 観測地 北緯(度)
  - Alt: 観測地 標高(m)
  - TZ: 観測地タイムゾーン(時) ---日本では 9.0 を設定します。

#### [R80 フォーマット]

- R80 形式データは UFOAnalyzer が出力する MCSV と同等の観測平面の極データ、観測誤差を含むものです。
- R80 形式データは INF2MCSV プログラムによって生成されたものが利用できます。INF2MCSV については SonotaCo.com を参照してください。
- R90 形式のサンプル
  - [R80sample.csv](#)
- R80 レコード

列名	形式	単位	値	備考
----	----	----	---	----

Ver	a8	-	“R80” 固定	
SystemID	a16	-	カメラを識別するための ID です。 同時観測するネットワーク内で一意になるよう定めてください。	
EventName	a20	-	同一カメラ内でのイベントを識別するための文字列です。地方時での YYYYMMDD_HHMMSS などの文字列が推奨されます。	
samples	d	-	観測フレームまたは観測フィールド数	
Dur	f	second	継続時間	
Mag	f	-	観測等級	
Y	d	year	イベント開始時刻(UT)	
M	d	month		
D	d	day		
H	d	hour		
M	d	minute		
S	f	second		
Az1	f	deg	開始点方向 方位(南 0.0, 西 90.0)	
Ev1	f	deg	開始点方向 仰角(水平 0.0, 天頂 90.0)	
Ra1	f	deg	開始点方向 赤経	
Dc1	f	deg	開始点方向 赤緯	
Ra2	f	deg	終了点方向 赤経	
Dc2	f	deg	終了点方向 赤緯	
PoleRa	f	deg	観測平面極 赤経	
PoleDc	f	deg	観測平面極 赤緯	
longitude	f	deg	観測地 経度 (-180.0 ~ 180.0, 東経 正、西経 負)	
latitude	f	deg	観測地 緯度 (-90.0 ~ 90.0, 北緯 正、南緯 負)	
altitude	f	m	観測地 標高	
rate	f	Hz	サンプリングレート	
inout	d	-	始点終点視野内種別 0: 始点終点が視野境界 1: 終点が視野境界 2: 始点が視野境界 3: 始点終点ともに視野内	
posErr	f	deg	観測方向誤差平均値	
lineErr	f	deg	経路直線性誤差平均値	
refstars	d	-	観測方向決定時に使用した恒星数	
magErr	f	-	等級誤差平均値	
timeErr	f	second	可能性のある最大時刻誤差	



## 6. 利用上の注意

UFOOrbitV2 は 2004 年 12 月に作成した UFOOrbit の改良版で SonotaCo の著作物です。個人の非営利目的に限り無償でご使用頂けます。再配布は禁止します。

UFOOrbit が出力する図については、非営利目的の教育および学術用途には自由にお使い頂いてかまいません。

その他の使用に関しては SonotaCo までご相談ください。

尚、UFOOrbitV2 のパッケージには、第三者の公開データを元にしたデータが含まれています。取り扱いにはご注意ください。

- 星図データ：以下より 6 等級以上の明るさの恒星データを UFO シリーズ用に加工して作成しました。
  - SKY2000 Star Catalog <http://tdc-www.harvard.edu/catalogs/sky2k.html>
- 地図データ：以下のデータをもとに UFO シリーズ用専用形式のデータを作成しました。
  - NASA スペースシャトルのレーダー観測によって作成された SRTM30
- 輻射点情報：以下の情報と [SonotaCo Network](#) における 2004 年以降の実際の観測結果をもとに作成しました。
  - International Meteor Organization <http://www.imo.net/>
  - <http://www.metrec.org/imc06.pdf> by Sirko Molau
  - 日本流星研究会 <http://www.nms.gr.jp/>

## 7. 謝辞

UFOOrbit は SonotaCo Network 参加者の観測結果を処理するツールとして開発されました。日々観測し、結果を公開して下さっている多くの流星観測者の努力なくしてはこれは実現できませんでした。データを提供して下さい、多くのフィードバックを頂いた SonotaCo Network 各位にお礼申し上げます。

流星軌道計算プログラム開発に当たっては以下の書籍からその基本的な方式を学びました。この書籍なくしては実現できなかったと思います。

天体軌道論 長谷川一郎著 恒星社厚生閣 ISBN 4-7699-0572-6 C2044

マニュアル作成に当たっては、長野県の Toshihiro Masuzawa さんに多大なご協力を頂きました。改めて感謝申し上げます。

## 8. 改版履歴

### V2.11 2008/2/27

- eInq が負の値となることがないようにした。

### V2.10 2008/2/9

- unified radiant モードを追加した。
  - single site, pair, unified radiant の動作モードを記憶することとした。
- 結果のリストおよび U\*.csv 出力に No, Qp を加え U\*.csv のレコードバージョンを 513 とした。
- Quality チェックに H1 の最低値を加えた。
- Quality シートに 同時流星判定のための dD を加えた。
- Quality シートの all check, all pass を Q0 から Q3 の 4 つのプリセットに変更した。
- Trail map に ro, rt の表示オンオフ機能を追加した。
- Orbit の表示をウィンドサイズに依存せず、縦横比を常に 1 とした。
- Gm の計算で経路が離れている時の負の値を従来の 距離(km) から 距離/全長に変更した。
- mjd 計算が一部単精度になっていたものを倍精度に統一した。
- レコードリスト上の \*列、#列の右クリックでその行の全同時観測の選択オンするようになった。
- 経路始点間距離が経路長和の 2 倍以上ある組み合わせは同時観測と見なさないこととした。
- Ground Map で M\*A.XML を参照した H と Vo の変化グラフを表示可能とした。
- 外部入力フォーマット R80 形式に対応した(V2.05)。

### V2.04 2007/6/18

- Radiantnt で、中心位置 Dec の指定が 0 以外の時にマウス位置を誤るバグを修正した。
- バージョンを Main シートに表示するようになった。

### V2.03 2007/6/7

- UO2\_Quality.log の形式を一部変更し、サマリー情報を加えた。
- dt および DG の条件設定を変更しても、次回軌道時まで効力がなかったバグを修正した。

### V2.02

- 結果のリストおよび U\*.csv 出力に Y, M, D, h, m, s (UT) を加え U\*.csv のレコードバージョンを 512 とした。

### V2.01 2007/5/20

- 太陽黄経がこれまで瞬時分点で計算されていたものを J2000.0 に変更した。
- single site モードにおける regroup で高速流星が群と判定されにくい問題を改善した。
- 地上経路の一致部分が全くない時に、Gm のチェックをオンにしても排除されない問題を修正した。
- QA の設定が保存されていなかったものを保存するようになった。
- 輻射点リストから gCm を削除した。

### V2.00 2007/4/9 初版