

SVA2

操作説明書

2025年12月1日 ver.2.7.12

有限会社スフィアソフト

改訂履歴

version	日付	改訂理由	改訂箇所
2.7.10.1	2024/08/07	局イベント検索機能で、検索期間を入力できたが、検索期間はデータ生成期間と同一期間とし、表示のみとした。	7.2
		局イベント検索機能に、アンテナ予報値ファイル出力機能を追加した。	7.2(4)
	2025/01/06	形状モデル設定画面の変更とパネルモデル追記	6.1.9
2.7.10.2	2025/01/06	シミュレーション衛星一覧画面に表示項目追加	6.1.1
		図番号などの誤記訂正	全般
2.7.10.2	2025/01/06	TLE 生成機能の追記	7.7
2.7.10.1	2025/01/08	大気抵抗モデルとして球体モデルの他にマルチパネルモデルを追加した。	6.1.4 図 6-8、表 6-5
2.7.10.11	2025/02/18	TLE 生成画面で、衛星番号や国際識別番号などを入力可能とした。	7.7
2.7.11.1	2025/04/14	太陽電池パネルの設定方法について追記した。	6.1.11 9.1
2.7.11.1	2025/04/14	地上局イベント検索における検索条件設定方法について追記した。また、他衛星電波干渉検索間隔を追加した。	7.2(1)
2.7.12.1	2025/12/01	相対軌道制御計画機能（評価版）について追記した。	7.5
2.7.12.1	2025/12/01	太陽電池パネルの発生電力計算における影の取扱い方法について選択オプションを追加した。	6.1.11
2.7.12.1	2025/12/01	新規シミュレーション作成画面について説明を追記した。	3(2)

内容

1 概要.....	1
1.1 設計コンセプト.....	1
1.2 動作条件.....	1
1.3 機能.....	2
2 インストール.....	4
3 起動と画面構成.....	5
4 基本操作と動作モード.....	10
5 表示画面の操作.....	15
6 オブジェクト編集操作.....	18
6.1 衛星追加／編集.....	19
6.1.1 衛星一覧画面.....	19
6.1.2 オブジェクトツリーからの衛星追加.....	22
6.1.3 初期軌道条件の入力.....	23
6.1.4 軌道生成条件.....	25
6.1.5 簡易軌道設定.....	30
6.1.6 Space-Track.com に対する TLE 検索.....	30
6.1.7 トレースデータ生成条件設定.....	31
6.1.8 衛星姿勢設定画面.....	33
6.1.9 形状モデル設定.....	35
6.1.10 相対軌道設定.....	37
6.1.11 太陽電池パネル設定.....	41
6.2 地上局登録.....	46
6.3 衛星センサ登録.....	48
6.3.1 センサ座標系.....	49
6.3.2 衛星センサ登録画面.....	51
6.4 スクリプト編集.....	55
6.4.1 衛星制御スクリプト.....	56
6.4.2 ユーザ変数.....	61
7 ツール機能.....	62
7.1 軌道イベント検索.....	62
7.2 地上局イベント検索.....	63
7.3 センサ干渉情報検索.....	66
7.4 軌道暦ファイル出力.....	66
7.5 相対軌道制御計画作成（評価版）.....	68
7.6 スペースデブリ接近情報検索.....	78
7.7 TLE 生成機能.....	79
8 設定機能.....	81
8.1 共通表示設定.....	81
8.2 外部ツール設定画面.....	81
8.3 地球回転パラメータ設定画面.....	82
9 設定ファイル.....	83

9.1 SAP 定義ファイル (パネルモデル定義ファイル)	83
-------------------------------------	----

1 概要

本製品は、人工衛星などの宇宙機について軌道生成を行い、軌道上の宇宙機の状態を可視化し、各種運用解析で必要とされるデータを生成・出力することを目的としています。

1.1 設計コンセプト

指定された期間について、軌道データ（衛星の軌道位置速度と姿勢）を生成し、それを基に、各種の解析を行うことを前提にしています。

生成された軌道データはメモリ上に保持され、指定期間内の任意の時刻の衛星状態を表示し、時間について順方向や逆方向のアニメーション表示を行えるように設計されています。

また、スクリプト機能のより、軌道制御や姿勢制御のロジックをユーザが記述することができ、柔軟な軌道／姿勢シミュレーションが可能です。

1.2 動作条件

表 1-1 動作条件

項目	条件
OS	Windows10 以降
CPU	上記 OS が動作する CPU であれば、動作可能
メモリ	8GB 以上
ハードディスク容量	250M 以上（インストールするための空き容量）
その他	OpenGL 対応のグラフィックアクセラレータが必要

1.3 機能

表 1.3-1 に、主な機能を示します。

表 1-2 機能一覧

機能項目	機能概要
軌道生成機能	<p>以下の方法により軌道を生成します。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ J2 項までを用いた一般摂動法による軌道生成 ・ SGP4 による軌道生成 ・ 特別摂動法による軌道生成。以下の摂動力を考慮できます。 <ul style="list-style-type: none"> - JGM3 による重力場非対称 - 大気抵抗（大気密度モデルは、MSISE2000） - 太陽輻射圧 - 太陽、月引力 ・ 地球以外の太陽系惑星や自然衛星を周回する軌道を生成可能です。 ・ 他システムで生成した軌道暦データを読み込むことができます。 ・ 同時に複数の衛星の軌道を生成することができます。
軌道要素入力	<p>ケプラー要素、デカルト要素および TLE により、初期軌道要素を入力することができます。</p> <p>また、軌道ウィザードにより簡易操作で軌道要素を作成できます。</p>
相対軌道入力	<p>指定したターゲット衛星に対する相対軌道要素を入力可能です。</p>
センサ模擬	<p>衛星搭載センサや地上のアンテナについて以下のようなシミュレーションを行います。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 他の衛星や天体の追尾シミュレーション ・ 地表上のリンクゾーン生成 ・ 干渉解析 ・ DEM を用いた観測地点の標高計算
姿勢シミュレーション	<p>地球指向姿勢、天体指向姿勢を設定可能です。</p> <p>また、スクリプト機能により、姿勢ダイナミクスシミュレーションが可能です。</p> <p>ただし、自然外乱トルクは考慮しません。</p>
ΔV シミュレーション	<p>スクリプト機能により、ΔV による軌道制御シミュレーションを行うことができます。</p>
軌道イベント検索	<p>地球食、月食、昇交点、降交点通過などの軌道イベントを検索表示します。</p>
センサ干渉予報	<p>衛星に搭載された各種センサについて、太陽／月による干渉予報を行います。</p>
地上局イベント検索	<p>地上局における衛星の可視情報を算出します。</p> <p>可視情報の算出においては、可視仰角の指定やスカイライン通過、トリップゾーン侵入、子午線通過、および太陽干渉情報などを算出します。</p>
衛星間通信期間検索	<p>周回衛星とデータ中継衛星との通信可能期間を検索します。</p>
TLE 生成機能	<p>作成した軌道データを最小二乗法でフィッティングし TLE を生成します。</p>
デブリ接近予測	<p>TLE バルクデータを用いて、ユーザ衛星とデブリの接近予測を行います。</p> <p>ユーザ衛星とデブリの軌道誤差楕円を設定可能です。</p>
表示	<p>軌道表示</p> <p>太陽を含む太陽系の天体とその周りを周回する衛星軌道を、3D 表示します。</p> <p>また、SKY2000 に基づく 10 等級までの恒星を表示します。</p>

機能項目		機能概要
機能	衛星姿勢表示	軌道上の衛星を3D表示します。 3Dモデルは、obj形式のファイルを読み込み可能です。
	グラントレース	世界地図上に、複数の地上局と衛星に対する可視円を表示します。 また、衛星の位置を表すマークとグラントレースを表示します。
	センサ視野画面	センサの視野画面に、干渉天体を表示します。
	センサ視野領域	地表上の覆域を表示します。 また、センサの視野範囲を半透明の円錐／四角錐で表示します。
	イベントチャート	検索された軌道イベント、センサ干渉イベント、および局イベントをタイムラインチャートで表示します。
	プロット	各種データをプロットします。
	データ表示	各種データの一覧表示や、トレンド表示を行います。
	イベント一覧	予め検索された各種イベント情報を時系列に表示します。
シミュレーション内容の保存／呼び出し		設定したシミュレーションの内容は、ファイルに保存することができます。

※ 地球画像や天体の画像は、NASAが公開している画像を用いています。
(The Earth and celestial bodies images are courtesy of NASA.)

2 インストール

(1) インストール手順

配布された **SVA2.x.y.zip** を、インストールフォルダに解凍することでインストールは完了します。x と y はバージョン&レビジョン番号を表します。解凍パスワードは **SVA2** です。

インストールフォルダは、Windows のシステムフォルダ (Program Files など) 以外のフォルダを指定することが推奨されます。また、暗号化されたフォルダへのインストールの避けるべきです。

インストール完了後、ライセンスファイルを、インストールディレクトリの下にある **config** フォルダに置きます。

また、スタートメニューやタスクバーへの登録は、Windows の機能を用いて行います。

例えばスタートメニューに登録するには、インストールフォルダの **SVA2.exe** をマウス右ボタンでクリックし、表示されるコンテキストメニューから「スタートにピン留めする」を選択してください。

(2) フォルダ構成

解凍後、以下のようなフォルダとファイルが作成されます。

表 2-1 フォルダ構成

パス名	説明
\$Install	インストールフォルダ (任意)
bin	実行モジュールフォルダ SVA2.exe や、runtime ライブラリ等が配置される
config	ライセンスファイル、ini ファイルを置く
data	データファイル格納フォルダ
3dModel	3D モデルファイル格納フォルダ
IERS	地球回転パラメータを格納
IGRF	地磁気係数ファイル
satConfig	未使用
spaceTrack	spaceTrack.org から取得した TLE バルクデータ格納フォルダ
SpaceWeather	SpaceWeather ファイル格納フォルダ
stations	地上局一覧ファイルと skyline ファイル格納
TLE	TLE ファイル格納フォルダ
docs	取扱説明書格納フォルダ
env	実行環境用フォルダ ユーザによる編集は不可とする
sample	シミュレーションファイルサンプル

3 起動と画面構成

(1) SVA2 の起動

本ツールは、スタートメニューで SVA2 を選択するか、デスクトップ上の SVA2 アイコンをクリックすることで起動します。（あるいは、エクスプローラからインストールフォルダ下の bin フォルダにある、SVA2.exe をダブルクリックします。）

起動後は、シミュレーションファイル選択画面が表示され、新規のシミュレーションを行うか、保存されているシミュレーションファイルを読み込むのかを指定します。

また、「最近使ったファイル」一覧から選択することができます。

最近使ったファイル欄には 16 個までの、直近に読み込んだシミュレーションファイルが表示されます。

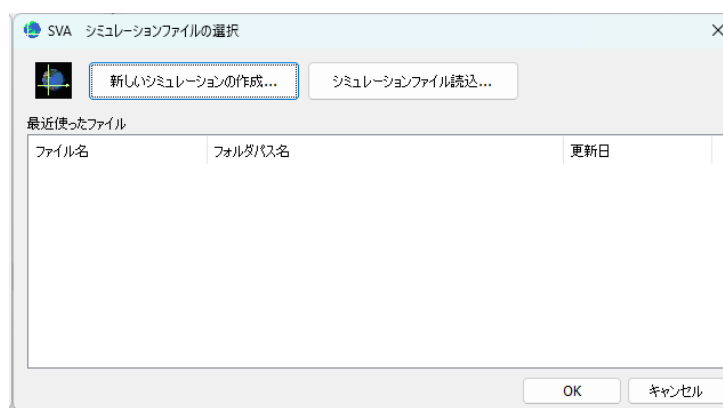


図 3-1 シミュレーションファイル選択画面

(2) 新規シミュレーションの作成

シミュレーションファイル選択画面で「新しいシミュレーションの作成」ボタンをクリックすると、以下の「新規シミュレーション作成」画面が表示されます。

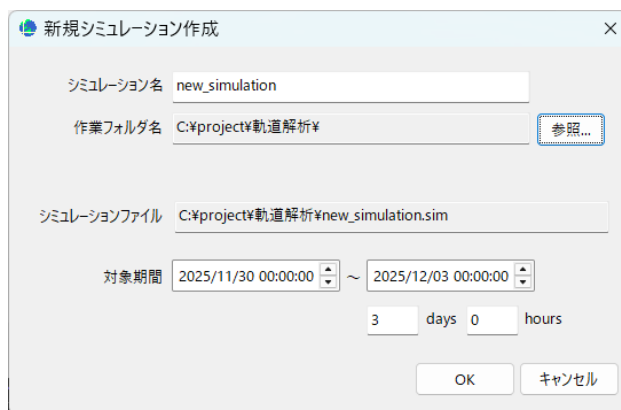


図 3-2 新規シミュレーション作成画面

本画面では、シミュレーションファイル名と、作業フォルダ、および対象期間を指定します。作業フォルダはシミュレーションファイル格納や、各種データのデフォルトの入出力フォルダとして使われます。

3. 画面構成

シミュレーションファイルを設定後、SVA の初期画面が表示されます。

SVA 初期画面の画面各部は以下のようになります。

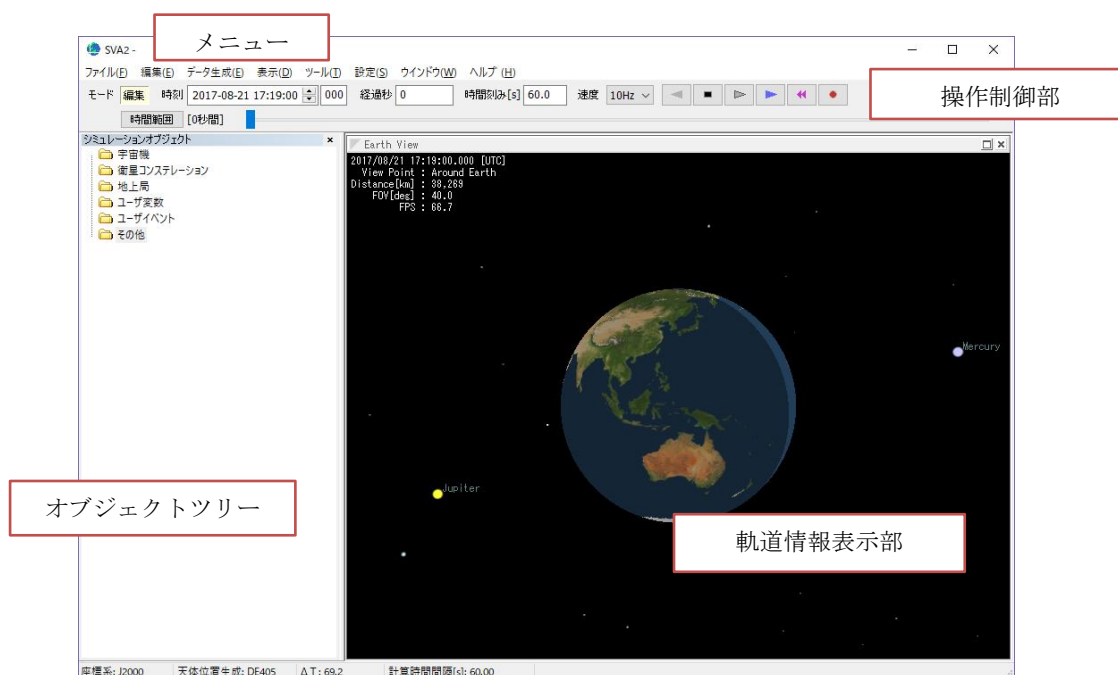


図 3-3 SVA2 初期表示画面

(3) メニュー

以下のメニューがあります。

表 3-1 メニュー項目一覧

項目	概要
ファイル	
新規作成	新規シミュレーションの作成を行います
開く	既存のシミュレーションファイルを読み込みます
編集を破棄して再度開く	既存のシミュレーションファイルを読み込んで編集後、編集を破棄して再読み込みを行います。(SVA2.7.10 以降で利用可能です)
上書き保存	編集中のシミュレーションを上書き保存します
名前を付けて保存	編集中のシミュレーションをファイル名を指定して保存します
再生データ読込	保存済のシミュレーション結果データを再生用に読み込みます
再生データ保存	シミュレーション結果データを再生用に保存します。
編集	
衛星	衛星一覧画面を表示し、衛星の追加／削除操作を行います
地上局	地上局一覧画面を表示し、地上局の追加／削除操作を行います
地上アンテナ	地上アンテナ一覧画面を表示し、地上局アンテナの追加／削除操作を行います。
衛星センサ	衛星センサー一覧画面を表示し、衛星センサの追加／削除操作を行います
フォーメーションフライト ウィザード	フォーメーションフライト軌道生成画面を表示し、Cartwheel 軌道(レコード盤軌道)を構成する複数衛星を登録します。
シナリオスクリプト編集	シナリオスクリプトを編集します
ユーザ変数定義	ユーザ変数を一覧画面を表示し、ユーザ変数の編集操作を行います

項目	概要
ユーザ定義座標系	ユーザによる座標系を定義します。1つの座標系を定義します
恒星オブジェクト登録	恒星オブジェクト設定画面を表示し、選択した恒星をシミュレーションオブジェクトとして登録します。
データ生成	
軌道データ生成	軌道データ生成画面を表示し、指定条件で全衛星の軌道伝播と姿勢生成を行います
軌道イベント検索	軌道イベント検索画面を表示します
局イベント検索	地上局イベント検索画面を表示します
衛星間イベント検索	衛星間イベント検索画面を表示します
センサ干渉情報検索	センサ干渉情報検索画面を表示します
ユーザ定義イベント検索	ユーザ定義イベント検索画面を表示します
アプリ連携モード	連携先アプリからの時刻通知により軌道データの更新を行い、連携アプリに指定データを配布します。 連携アプリを構築するには、別途提供されるインタフェースライブラリが必要となります。
編集モード移行	「再生」モードから編集モードに切り替えます
表示	表 5-1 表示画面一覧に示す各種画面の表示メニューをプルダウン表示します。
ツール	
デブリ接近情報検索	デブリ接近情報検索画面を表示します
衛星／天体イベント検索	衛星と天体に関するイベント情報を検索します
軌道暦データ出力	軌道暦データ出力画面を表示します
相対軌道制御計画	相対制御計画画面を表示します
軌道制御計画	軌道制御計画デモ画面（静止化計画）を表示します。
軌道設計支援	軌道設計画面を表示し、インタラクティブに軌道形状を設定します
TLE 生成	軌道データを最小二乗フィッティングし TLE を生成します
小惑星一覧	小惑星セットが登録されている場合、小惑星一覧画面を表示します
設定	地球回転パラメータの設定などを行います。
共通表示設定	共通表示設定画面を表示し、共通的な表示プロパティを設定します
外部ツール設定	外部ツール設定画面を表示し、ツールプログラムを設定します
地球回転パラメータ設定	地球回転パラメータ設定画面を表示します
SGP4 設定	SGP4 の WGS モデル選択画面を表示します
ウインドウ	
オブジェクトツリー	オブジェクトツリー画面の表示 ON/OFF を切り替えます
メッセージウインドウ	メッセージウインドウ（スクリプトログ表示画面）の表示 ON/OFF を切り替えます
ウインドウタイトル	表示画面タイトルの表示 ON/OFF を切り替えます
リセットレイアウト	表示画面のレイアウトをデフォルトにリセットします
（ウインドウ名 1）	動的に追加されるメニューであり、消去した表示画面の名称が表示されます
（ウインドウ名 2）	
：	

3. 画面構成

項目	概要
(ウインドウ名 n)	選択することで、当該画面を指定画面位置に再配置することができます

(4) 操作制御部

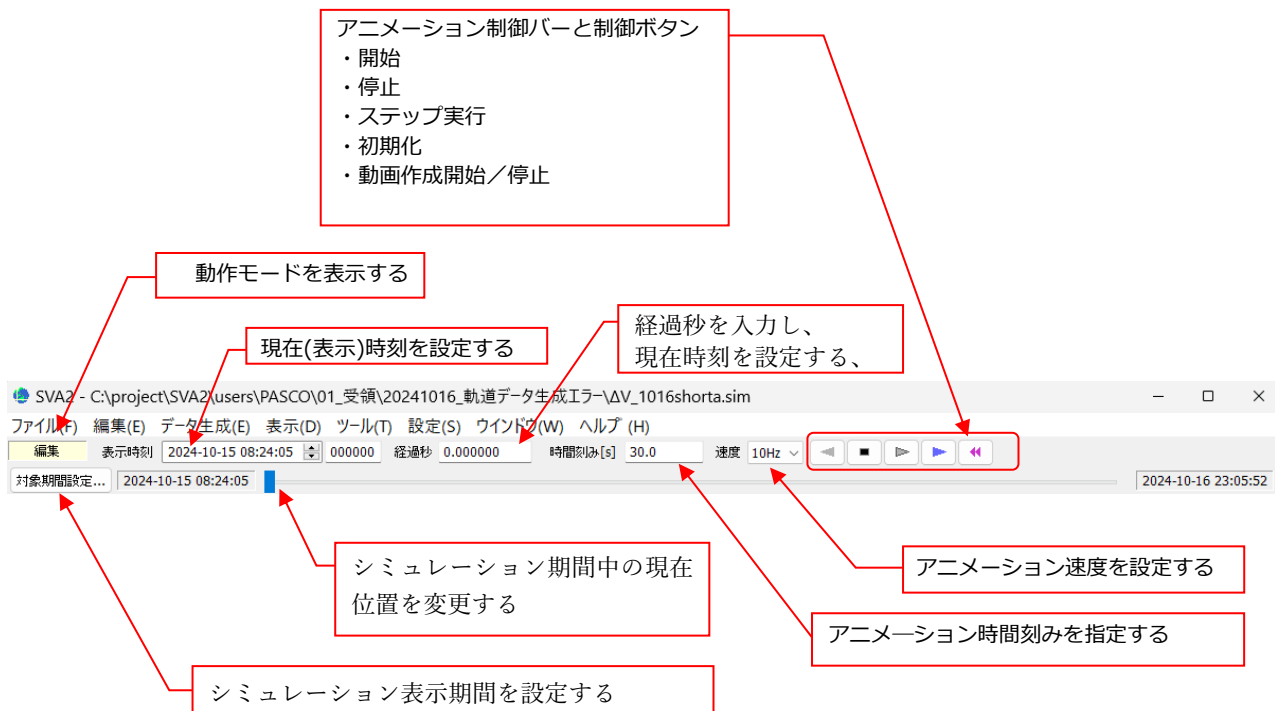


図 3-4 操作制御部の構成

(5) オブジェクトツリー

シミュレーション対象のオブジェクト（衛星、局、センサなど）をツリー形式で表示します。ツリーのオブジェクトノードをマウスでクリックすることにより、新規の当該オブジェクトの編集操作を行います。

また、新規のオブジェクトを追加する場合は、「宇宙機」等のトップノードを右クリックし、表示されるメニューから追加を選択します。

(6) 軌道情報表示部

各種軌道情報表示画面をタイル形式で表示します。

4 基本操作と動作モード

動作モードとして、編集モードと再生表示モードがあります。

編集モードでシミュレーション条件を設定し、軌道データを生成後、再生機能により各種解析操作を行います。

(1) 編集モード

編集モードでは、シミュレーション条件の設定作業を行います。

以下の操作が可能です。

- ・ シミュレーションオブジェクト（衛星など）の登録
- ・ 出力データ設定
- ・ グラフ表示設定
- ・ スクリプト記述（軌道制御、姿勢制御を行う場合）
- ・ 初期状態における、衛星軌道、姿勢の3D表示
- ・ リアルタイムシミュレーション(特別摂動法による軌道伝播はSGP4で代替する)

(2) 軌道データ生成

シミュレーションオブジェクトを登録し、必要な表示画面を用意した後で、軌道データ生成を行います。

軌道データ生成は、メニューバーから「データ生成」→「軌道データ生成」を選ぶことで、以下の画面が表示され、生成期間等を指定することで行います。

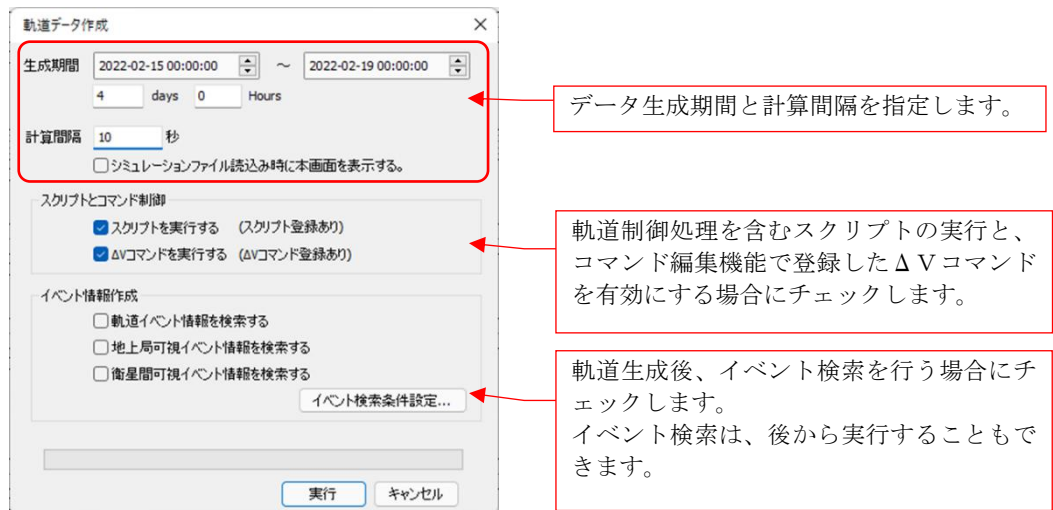


図 4-1 軌道データ生成画面

(3) 再生表示モード

「軌道データ生成」を実施することにより、スクリプトで記述した軌道制御ロジックと姿勢制御ロジック、およびコマンド編集機能で作成した ΔV コマンドシーケンスを考慮して軌道と姿勢データをメモリ上に生成し、再生表示モードに移行します。

再生表示モードでは、生成された軌道データを用いて以下のような解析操作を行います。

- ・ 軌道イベント検索（食時間帯や軌道位置通過時刻など）
- ・ 地上局イベント検索（可視時間帯などの情報）
- ・ センサ干渉予報（太陽・月による干渉予報）
- ・ 衛星軌道、姿勢の3Dアニメーション表示

(4) モード遷移

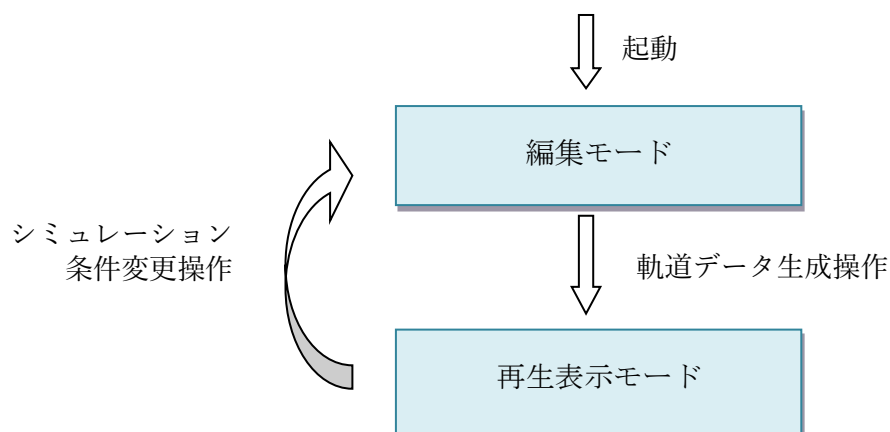


図 4-2 動作モード遷移

(5) バッチ実行

SVA2 をバッチ的に実行することができます。

実行パラメータは以下ようになります。

```
$install¥SVA2.exe /auto /con sim=XXXXX.sim [start=YYYY-MM-DDThhmmss stop=YYYY-MM-DDThhmmss]
```

各パラメータは、以下の内容となります。

/auto : バッチ実行であることを指定します。

/con : コンソール画面を表示します。

sim : シミュレーションファイルを指定します。

start : 計算開始時刻を指定します。省略した場合は sim ファイルの設定値が使われます。

stop : 計算終了時刻を指定します。省略した場合は sim ファイルの設定値が使われます。

(6) シミュレーション実行例

上記の編集モードで設定したシミュレーション条件は、ファイルに保存し、呼び出すことができます。

以下では、シミュレーションファイル読み込みから、再生までの例を示します。

図 4-3～図 4-5 に、サンプルシミュレーションファイル「地球観測衛星.sim」を例にして操作手順を示します。

① ミュレーションファイル読み込み

ファイルメニューから「開く」を選択し、ファイル一覧画面から[地球観測衛星.sim]を選びます。

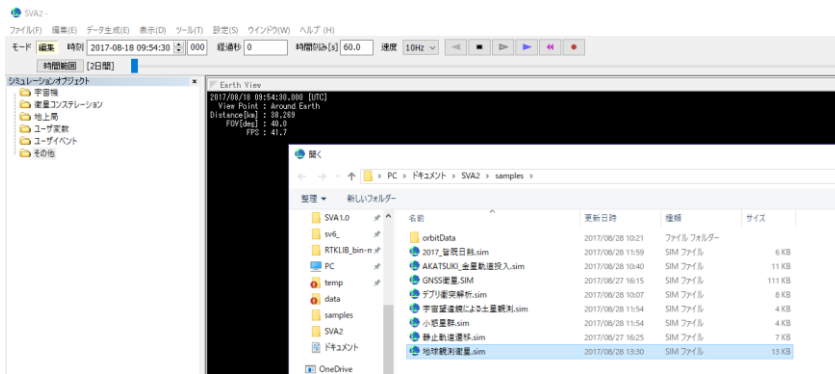


図 4-3 シミュレーションファイル選択画面

シミュレーション設定ファイルが読み込まれ、以下の画面が表示されます。

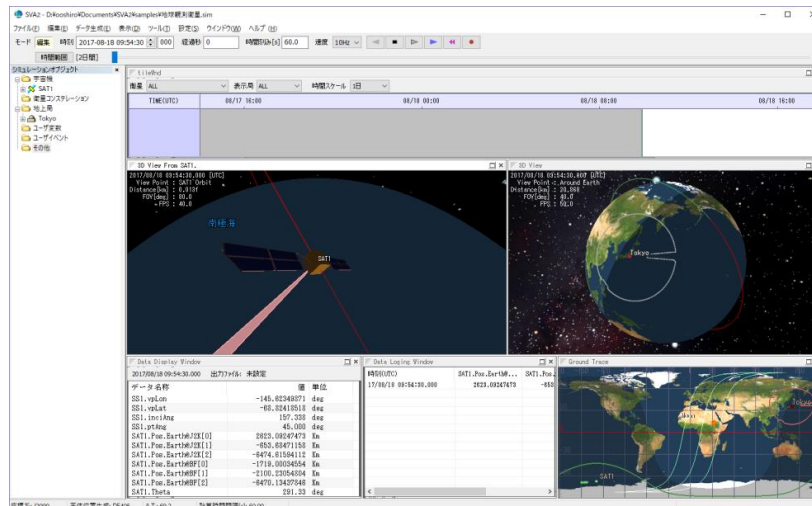


図 4-4 シミュレーションファイル読み込み後の画面

シミュレーション設定ファイル読み込み後は、「編集」モードになります。この状態でも、基本的なシミュレーションが可能です。

5 表示画面の操作

(1) 表示画面の種類

SVA2 には、以下のような軌道情報の表示画面が用意されています。

表 5-1 表示画面一覧

表示画面	概要
天体表示	視点位置を、指定天体の座標系における任意の位置におき、視野方向を天体中心として、天体と衛星軌道を 3D 表示します。
軌道上の衛星／宇宙機	視点位置を衛星軌道上におき、視線方向を衛星中心として、衛星、地球、天体などを表示します。 衛星以外に惑星探査機等の宇宙機についても表示可能です。
衛星センサ視野	衛星センサから見た視野画面を表示します。 OpenGL による 3D 表示と、2.5D 表示があります。
地上から見た天空	地上局に視点を置き、天球上の衛星軌跡を表示します。
地上アンテナ視野	地上アンテナの視野を表示します。
ワールドマップ	世界地図を表示し、衛星の軌跡や地上局からの可視円を表示します。
その他の天体上のマップ	地球以外太陽系天体について、画像によるマップを表示、当該天体を周回する衛星の軌道トレースを表示します。
イベントチャート	イベント検索機能で検索された、軌道イベント、地上局イベント、およびセンサ干渉イベントを表示します。 また、スクリプト制御で発生した軌道制御イベントや姿勢制御イベント情報が表示されます。
トレンドグラフ	各種データの時間グラフを表示します。
X-Y グラフ	各種データの相関グラフを表示します。
データ一覧	各種データを一覧表示します。 一覧表示画面に表示されるデータは、レポートファイルに時系列で出力することができます。
データログ表示	各種データを時系列に表示します。
データグリッド表示	衛星または地上局について、複数衛星／複数局の同一データ項目をテーブル形式で表示します。
イベントリスト表示	軌道データ生成後、軌道上イベントや地上局イベントの検索が実施された場合に、検索されたイベント情報が時刻順に表示されます。

表示画面は、ウィンドウをタイルに分割して、表示されます。

タイルの大きさは任意に変更が可能であり、タイルを分割して新たな画面の追加が可能です。

(2) 画面の追加

新しい表示画面を追加するには、メニューバーの「表示」メニューから表示対象の画面を選択し、画面上の表示位置をマウスで指定します。

マウスで指定した位置にある画面は、左右または上下に分割され、空いた部分に新しい画面が表示されます。マウスで指定した位置が、元の画面の中心の場合、元の画面は新しい画面で置き換えられます。

(3) 画面の削除

タイトルバー右端の[×]ボタンをクリックすることで、画面は削除されます。

(4) 画面サイズの変更

画面の境界を上下左右にドラッグすることにより、画面サイズを変更できます。

共通の境界線を持つ画面については、同時にサイズが変更されますが、ctrl キーを押しながらドラッグすることで、個別にサイズを変更することができます。

(5) 最大化表示

タイトルバーの□ボタンをクリックすることで、全画面表示が可能です。

また、各表示画面のマウス右ボタンによるポップアップメニューから「画面サイズ切替」を選択することで、最大化表示が可能です。

(6) 画面の入れ替え

入れ替えたい画面のタイトルバーをドラッグし、入れ替え先に画面上でマウスボタンを離すと入れ替えが行われます。

(7) 画面消去

画面を1時的に消去することができます。

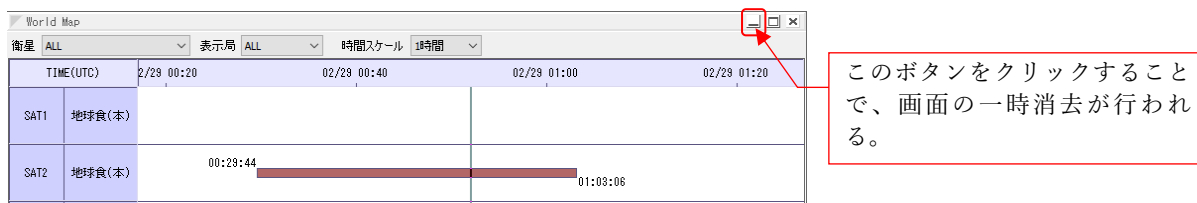


図 5-1 画面の一時消去

消去した画面は以下のように再配置することができます。

ツールバーの「ウインドウメニュー」に、その画面タイトルが追加されていますので、画面タイトルを選択し、画面の初期表示と同様に、マウスで画面を配置する位置を指定することにより、再表示されます。

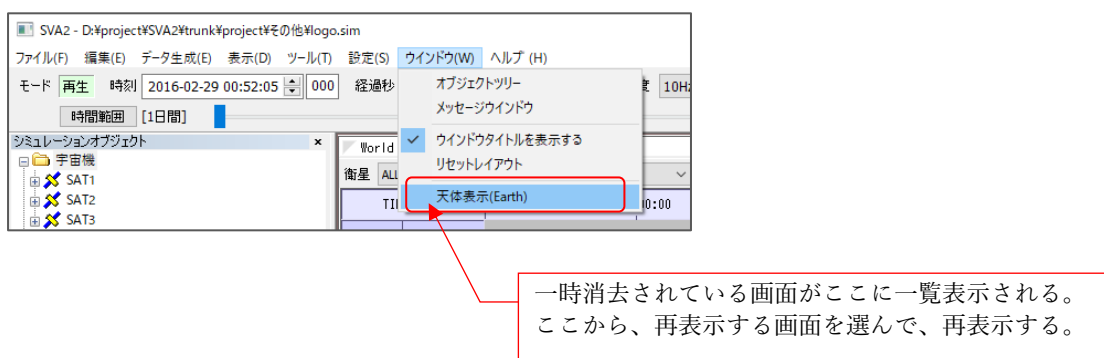


図 5-2 一時的に消去された画面の再表示

画面再表示の際は、任意の表示位置を指定できますので、画面レイアウトの再構成にも利用できます。

6 オブジェクト編集操作

本セクションでは、シミュレーション条件の編集操作について説明します。

編集操作は、メニューバーの「編集」メニューまたは、オブジェクトツリーから行うことができますが、以下ではオブジェクトツリーからの操作を基本に記述します。



図 6-1 編集メニュー

6.1 衛星追加／編集

衛星を、新規に追加するためには以下の操作を行います。

- (1) 軌道要素入力
- (2) 軌道伝播方法の設定
- (3) 地表トレースや軌道トレースの生成条件入力(必要に応じて行う)
- (4) 姿勢条件設定 (必要に応じて行う)
- (5) 形状モデル設定 (必要に応じて行う)

また、衛星追加方法として、軌道要素を入力する方法の他に、以下があります。

- (6) ウィザードによる衛星追加
- (7) インポート
- (8) 相対軌道による軌道要素入力

衛星の追加および編集(シミュレーション条件などの変更)を行うために、以下の2つの方法が用意されています。

- ・ 衛星一覧画面を用いて衛星追加を行う
- ・ オブジェクトツリーを用いて衛星追加を行う。

6.1.1 衛星一覧画面

図 6-1 の編集メニューから「衛星」を選択すると、以下のシミュレーション衛星一覧画面が表示されます。

シミュレーション対象として登録済みの衛星を一覧表示します。一覧で選択した衛星について、ボタン操作による各種編集操作を開始します。

TLE カタログリスト欄で指定された TLE ファイルを読み込み、衛星カタログ情報一覧として表示します。

図 6-2 シミュレーション衛星一覧画面

(1) 一覧表示の表示項目

シミュレーション対象衛星／宇宙機と衛星カタログ情報一覧の表示項目を以下に示します。

表 6-1 一覧表示項目

一覧種別	表示内容
シミュレーション 衛星／宇宙機一覧	シミュレーション対象衛星と宇宙機について、以下を一覧表示します。 <ul style="list-style-type: none"> 衛星名 Prop. (軌道伝播モデル種別：2Body、J2、SGP4、SPM、軌道暦) a[km] (軌道長半径) e (離心率) i [deg] (軌道傾斜角) Ω [deg] (昇交点赤経) ω [deg] (近地点引数) MA [deg] (平均近点離角) エポック
衛星カタログ情報一覧	選択中の TLE カタログに含まれている衛星情報として、以下を一覧表示します。 <ul style="list-style-type: none"> 衛星名 国際識別子 a[km] 静止経度 (衛星衛星の場合に表示、他の衛星は 9999 を表示) day/revo (回帰衛星の場合、回帰日数／回帰周回数を表示。他は 999/999 を表示) エポック

(2) 操作

シミュレーション衛星一覧画面 (図 6-2) では、以下の操作を行うことができます。

表 6-2 操作項目一覧

コントロール	説明
← ボタン	画面右の衛星一覧情報で選択されている衛星をシミュレーション対象衛星欄に追加します。複数衛星を選択し追加することができます。 追加する際は、確認画面 (図 6-3) を表示します。
Del ボタン	シミュレーション対象衛星欄で選択した衛星を削除します。
Up ボタン	シミュレーション対象衛星欄選択した衛星 (1 つ) を上に移動します。
Dn ボタン	シミュレーション対象衛星欄選択した衛星 (1 つ) を下に移動します。
軌道更新 ボタン	シミュレーション対象衛星欄の全衛星について、TLE をカタログ情報の TLE で更新します。
軌道要素変更 ボタン	「宇宙機軌道条件入力画面 (図 6-4 参照)」を表示し、軌道要素の変更と軌道生成方式の設定を行います。シミュレーション対象衛星欄で、衛星をダブルクリックすることでも同様の操作ができます。
新規宇宙機 ボタン	「宇宙機軌道条件入力画面 (図 6-4 参照)」を表示し、新規に衛星を追加します。シミュレーション対象衛星欄で登録済みの衛星を選択した状態で、「新規衛星」ボタンをクリックすると、選択された衛星の軌道要素を用いて、新しい衛星を登録できます。
姿勢設定ボタン	「姿勢設定画面」を表示し、定常姿勢を設定します。
表示モデルボタン	「表示モデル設定画面」を表示し、衛星表示用の形状モデルを設定します。
トレース条件 ボタン	「トレース条件設定画面」を表示し、軌道トレースや地上トレースの生成条件を設定します。

コントロール	説明
TLE カタログ リスト	\$INSTALL\data\TLE フォルダ内に置かれ、複数の衛星の TLE が格納されたファイルの一覧をメニューとして表示し、選択したファイルの TLE 情報を「衛星カタログ情報一覧」に表示する。
TLE カタログ更新 ボタン	Celestrak.com から最新の TLE ファイルをダウンロードし、衛星カタログリストを更新します。対象となる TLE ファイルは、以下のファイルに設定されています。 \$INSTALL\data\TLE\TLE_URL_LIST.def

[←] ボタンによる衛星追加時の「衛星軌道情報追加／変更確認画面」を以下に示します。



図 6-3 衛星軌道情報追加／変更確認画面

衛星軌道情報追加／変更確認画面では、登録済の軌道エポックとカタログ情報のエポックを比較し、一覧表示の「操作」欄に、軌道の更新有無を表示します。

6.1.2 オブジェクトツリーからの衛星追加

以下では、オブジェクトツリーから行う手順について示します。



宇宙機軌道条件入力 (地球周回衛星)

宇宙機名称: SAT1

軌道要素種別: ケプリアン

座標系種別: J2000

長さ単位: km

軌道長半径	8000.000000	km
離心率	1e-05	
軌道傾斜角	45.0000000000	deg
昇交点赤経	0.0000000000	deg
近地点引数	0.0000000000	deg
平均近点離角	0.0000000000	deg

軌道誤差設定... 軌道要素編集...

エポック時刻[UTC]: 2016-12-30 00:00:00 (秒の小数: 0.000000)

MJD: 57752.00000000000

GPS Time Counter: 1167091217.000000

エポックシフト...

簡易軌道設定

国際識別番号

TLEファイル読み込み... TLE更新

WebからTLE取得... 軌道ウィザード...

軌道属性パラメータ

交点周期	7108.22	s
昇交点赤経変化率	-3.19485	deg/day
地球自転周期-軌道面	0.988521	day
回歸日数	65	day
回歸周回数	781	rev
日周回数	12	rev
回歸誤差(赤道上)	0.0532356	deg
西移動量	29.9615	deg
降交点LST(真)	05:23	hh:mm
降交点LST(平均)	05:25	hh:mm
近地点高度	1610.14	km
遠地点高度	1625.33	km

軌道生成条件

軌道伝播モデル: SGP4

N/A

OK キャンセル

図 6-4 宇宙機軌道条件入力画面

以下では、宇宙機軌道条件入力画面における操作内容について説明します。

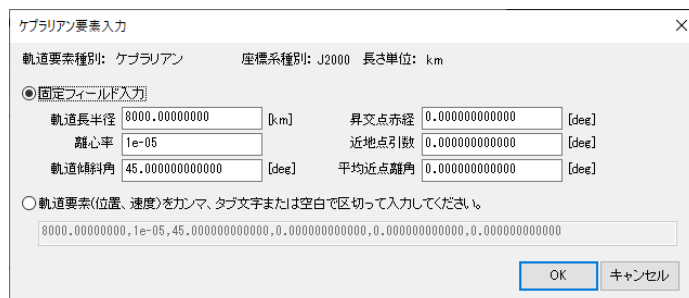
6.1.3 初期軌道条件の入力

初期軌道条件として以下を入力します。

表 6-3 軌道条件設定画面項目一覧

No.	項目	内容
1	宇宙機名称	宇宙機の名称を入力する。宇宙機の名称は、センサやと地上局を含めた全オブジェクトでユニークとなる名称とする。英数字と”_”が使用できる。
2	軌道要素種別	入力する軌道要素種別を選択する。
3	座標系種別	入力する座標系種別(J2000,TOD,WGS84)を選択する。
4	長さ単位	長さの単位を選択する。 角度の単位は全て[deg]である。
5	軌道誤差設定ボタン	軌道誤差設定画面を表示する。 本項目はデブリ接近予測に用いる。
6	軌道要素編集ボタン	指定した軌道要素種別に応じた、軌道要素入力画面を表示する。
7	エポック時刻	エポック時刻をカレンダー形式[UTC]、MJD[UTC]または GPS time counter で入力する。 GPS time counter は、1980/1/6-0 時 UTC からの通算秒である。

以下に、軌道要素種別毎の軌道要素入力画面を示します。



ケプリアン要素入力

軌道要素種別: ケプリアン 座標系種別: J2000 長さ単位: km

固定フィールド入力

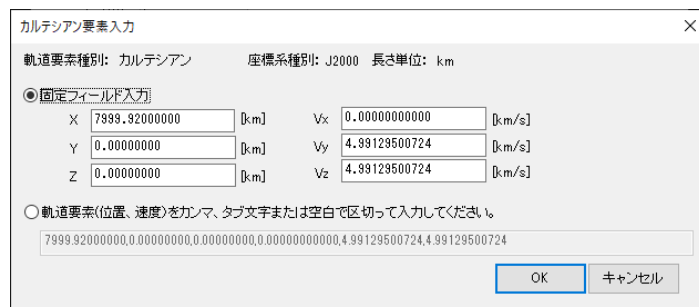
軌道長半径 8000.00000000 [km] 昇交点赤経 0.000000000000 [deg]
 離心率 1e-05 近地点引数 0.000000000000 [deg]
 軌道傾斜角 45.000000000000 [deg] 平均近点離角 0.000000000000 [deg]

軌道要素(位置、速度)をカンマ、タブ文字または空白で区切って入力してください。

8000.00000000,1e-05,45.000000000000,0.000000000000,0.000000000000,0.000000000000

OK キャンセル

図 6-5 ケプリアン要素入力画面



カルテシアン要素入力

軌道要素種別: カルテシアン 座標系種別: J2000 長さ単位: km

固定フィールド入力

X 7999.92000000 [km] Vx 0.000000000000 [km/s]
 Y 0.00000000 [km] Vy 4.99129500724 [km/s]
 Z 0.00000000 [km] Vz 4.99129500724 [km/s]

軌道要素(位置、速度)をカンマ、タブ文字または空白で区切って入力してください。

7999.92000000,0.00000000,0.00000000,0.000000000000,4.99129500724,4.99129500724

OK キャンセル

図 6-6 カルテシアン要素入力

TLE入力 ×

軌道要素種別 座標系種別

固定フィールド入力

平均運動	<input type="text" value="12.145550915097"/> [rev/d]	昇交点赤経	<input type="text" value="0.123774403525"/> [deg]
離心率	<input type="text" value="0.000950134752189"/>	近地点引数	<input type="text" value="224.295497973533"/> [deg]
軌道傾斜角	<input type="text" value="44.982562621412"/> [deg]	平均近点離角	<input type="text" value="135.837269469483"/> [deg]

TLEを2行または3行形式で入力してください。

```
0 SATT
1 93939U 00000A 16364.50341435 .00000000 00000-0 00000+0 0 939
2 93939 44.9826 0.1238 0009501 224.2955 135.8373 12.14555091500000
```

※最新のTLEは、以下のURLから入手できます。
<http://www.celestrak.com/NORAD/elements/>

TLE要素をコピー&ペーストで入力することも可能。
 2行要素でも3行要素でも良い。

図 6-7 TLE 入力画面

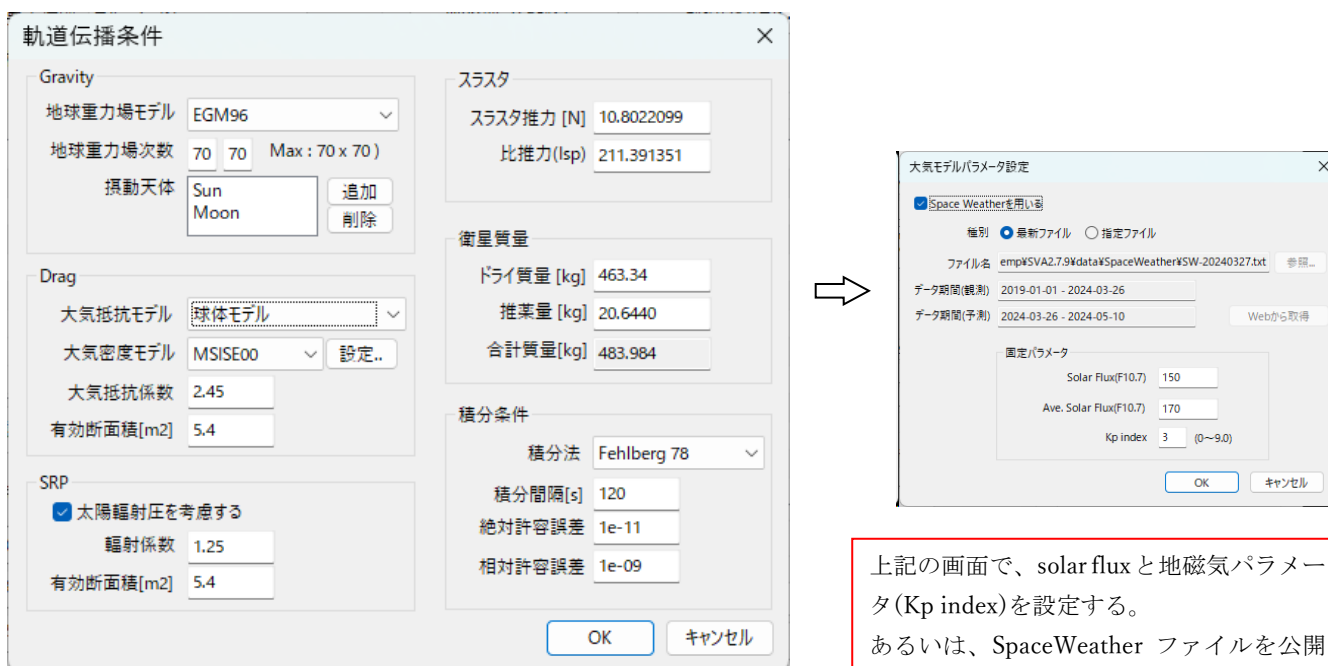
6.1.4 軌道生成条件

表 6-4 軌道生成条件入力欄の項目

No.	項目	内容
1	軌道伝播モデル	軌道伝播モデルを以下から選択する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ J2 項による永年摂動項を考慮した平均摂動モデル ・ SGP4 ・ 特別摂動法 (※1) ・ 軌道暦ファイル(※2) ※1 特別摂動法を選択した場合、摂動条件と積分条件を入力する。 (図 6-8 参照) ※2 軌道暦ファイルを選択した場合、軌道暦ファイルを選択する。 (図 6-9 参照) <ul style="list-style-type: none"> ・ 2体問題
2	積分パラメータ 設定ボタン	軌道伝播モデルとして特別摂動法を選択した場合に有効となり、摂動条件と積分条件を入力するための画面を表示する。
3	ファイル設定ボ タン	軌道暦ファイル入力画面を表示する。

(1) 摂動条件と積分条件入力

軌道伝播モデルとして特別摂動法を選択したのち、軌道伝播条件設定ボタンを押すことで、以下の画面が表示される。



上記の画面で、solar fluxと地磁気パラメータ(Kp index)を設定する。
 あるいは、SpaceWeather ファイルを公開webから取得し、参照する。

図 6-8 軌道伝播条件設定画面

軌道伝播条件設定画面では、以下のパラメータを入力します。

表 6-5 軌道伝播条件設定画面の入力項目一覧

設定項目	説明
Gravity	Gravity 設定欄
地球重力場モデル	JGM3、EGM96、EGM2008_TideFree から選択する。
地球重力場次数	地球重力場モデルに対して、考慮する次数=位数として0~70の値を入力する。デフォルトは12次である。
太陽引力の考慮	チェックした場合、太陽の引力を外力として考慮する。 デフォルトでは、チェックされている。
月引力の考慮	チェックした場合、月の引力を外力として考慮する。 デフォルトでは、チェックされている。
Drag	大気抵抗パラメータ設定欄
大気抵抗モデル	以下のいずれかを選択する。 ・考慮しない (大気抵抗を考慮しない) ・球体モデル (球体モデルで大気抵抗を計算) ・マルチパネルモデル (衛星を複数の面で表し大気抵抗を計算) マルチパネルモデルを選択するときは、別途衛星面情報を定義しておく必要があります。(拡張ライセンスが必要になります)
大気密度モデル	使用する大気密度モデルは、MSISE2000 を用います。 SpaceWeather ファイルは、MSISE2000 を選択した場合に有効となります。
大気抵抗係数	大気抵抗係数
有効断面積	有効断面積[m ²]
SRP	太陽輻射圧パラメータ設定欄
太陽輻射圧の考慮	チェックした場合、太陽輻射圧を考慮する。
輻射係数	輻射係数
有効断面積	有効断面積[m ²]
スラスタ	スラスタパラメータ
推力	推力[N]を入力する。有限時間噴射シミュレーションで参照する。
比推力	比推力[S]を入力する。有限時間噴射シミュレーションで参照する。
衛星質量	衛星質量入力欄
ドライ質量	衛星本体の質量[kg]
推薬量	推薬量[kg]を入力する。有限時間噴射シミュレーションで参照する。
合計質量	ドライ質量[kg]+推薬量[kg]を表示する。 大気抵抗または太陽輻射圧の計算時は合計質量を用いる。
積分条件	
積分法	積分方法を以下から選択する。 ・Runge Kutta4 次 ・Dormand-Prince 5-6 次 ・Fehlberg 7-8 次
積分時間間隔	積分時間間隔を入力する。 地球周回衛星の場合、30~60 秒程度の値を設定する。 デフォルトは 30 秒。

表 6-6 大気モデルパラメータ画面 入力／表示項目

設定項目	説明
Space Weather を用いる	チェックすると、Space Weather ファイルを参照して、Solar Flux や地磁気強度パラメータを取得します。 チェックしない場合は、固定パラメータ欄で入力したパラメータ値を用います。
種別	Space Weather ファイルの種別として最新ファイルか指定ファイルかを選択します。
ファイル名	参照する Space Weather ファイルのパス名を表示します。
参照...ボタン	Space Weather ファイルの種別が指定ファイルの場合に有効となり、クリックすることで SpaceWeather ファイルを選択します。 ファイルを参照する初期フォルダは\$install/data/SpaceWeather となります。
データ期間 (観測)	Space Weather ファイルに格納されている観測に基づくデータの期間を表示します。
データ期間 (予測)	Space Weather ファイルに格納されている予測(daily)データの期間を表示します。
Web から取得ボタン	Space Weather ファイルの種別が指定ファイルの場合に有効となり、ボタンを押すと以下のサイトから最新のファイルを取得し、参照ファイルとして設定されます。 https://celestrak.org/SpaceData/SW-Last5Years.txt また、上記の URL は、\$install¥config¥SVA.ini ファイルに、以下の記述を行うことで変更することができます。 [SPACE_WEATHER] URL=https://datacenter.iers.org/data/8/finals.data
固定パラメータ欄	「Space Weather ファイルを用いる」をチェックしない場合、あるいはシミュレーション時刻に該当する Space Weather データがない場合は、固定パラメータ欄で設定された以下の項目値が参照されます。 ・ Solar Flux F10.7 ・ Ave. Solar Flux F10.7 ・ Kp Index

(2) 軌道暦ファイル入力

軌道伝播モデルとして軌道暦ファイルを選択したのち、ファイル設定ボタンを押すことで、以下の画面が表示されます。

図 6-9 軌道暦ファイル入力画面

以下の手順で入力します。

(a) ファイル種別指定

以下のいずれかのファイル種別を選択します。

ファイル種別	内容
テキスト形式	カンマまたは空白区切りの、時刻と軌道位置および速度データ。 時刻タグと時系、単位、座標系、およびヘッダ部の読み飛ばし行数を指定します。
SP3	SP3ファイルを読み込みます。 抽出対象の衛星を1つ指定します。
HORIZONS出力	JPL Horizons On-Line Ephemeris System(JPL NASAの天体暦提供システム)が出力する形式のデータを読み込みます。 (d) 項に、HORIZONS web-interfaceの設定例を示します。
CCSDS-OEM形式	CCSDS-OEMのフォーマットに準拠した軌道暦を読み込みます。
テキスト形式 (姿勢クォータニオン付き)	テキスト形式のデータに、姿勢クォータニオンを付加したデータ。

(b) フォーマット情報

ファイル種別として「テキスト形式」または「テキスト（姿勢クォータニオン付き）」を選択した場合に、以下のフォーマット情報を指定します。

- ・時刻書式
- ・時系
- ・単位
- ・座標系
- ・ヘッダ行数（読み飛ばす行数）

(c) ファイルパス名

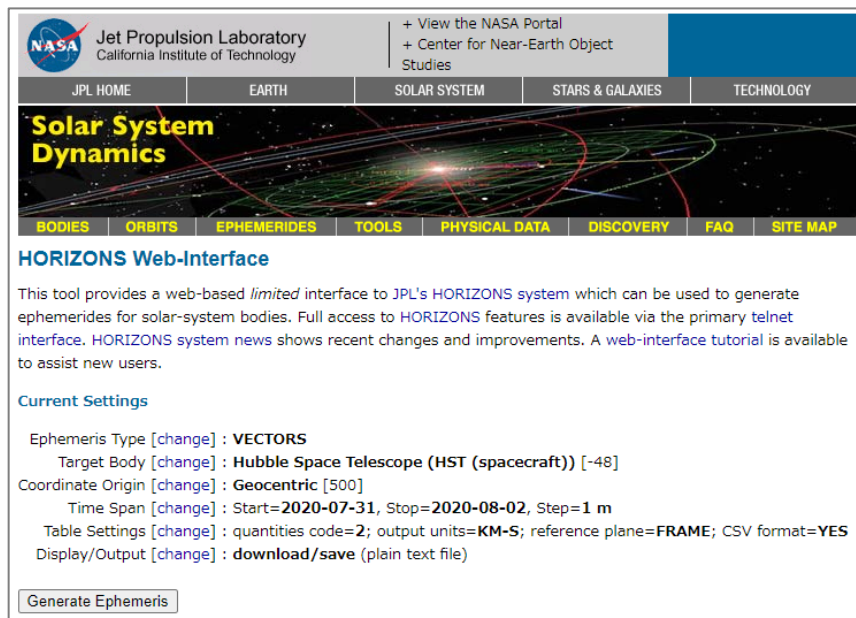
参照ボタンによりファイル選択ダイアログを表示し、軌道データファイルを選択します。

上記(a)(b)で設定したデータに基づいて、指定されたファイルを読み込み、正常に読み込めた場合は、データ期間が表示されます。

(d) HORIZONS の利用

HORIZONS web-interface による設定例を図 6-10 に示します。

(<https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi#top>)



The screenshot shows the HORIZONS web-interface with the following content:

- Header: Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology. Links: + View the NASA Portal, + Center for Near-Earth Object Studies.
- Navigation: JPL HOME, EARTH, SOLAR SYSTEM, STARS & GALAXIES, TECHNOLOGY.
- Section: Solar System Dynamics. Sub-sections: BODIES, ORBITS, EPHEMERIDES, TOOLS, PHYSICAL DATA, DISCOVERY, FAQ, SITE MAP.
- Section: HORIZONS Web-Interface. Description: This tool provides a web-based *limited* interface to JPL's HORIZONS system which can be used to generate ephemerides for solar-system bodies. Full access to HORIZONS features is available via the primary telnet interface. HORIZONS system news shows recent changes and improvements. A web-interface tutorial is available to assist new users.
- Section: Current Settings.
 - Ephemeris Type [change]: **VECTORS**
 - Target Body [change]: **Hubble Space Telescope (HST (spacecraft)) [-48]**
 - Coordinate Origin [change]: **Geocentric [500]**
 - Time Span [change]: Start=**2020-07-31**, Stop=**2020-08-02**, Step=**1 m**
 - Table Settings [change]: quantities code=**2**; output units=**KM-S**; reference plane=**FRAME**; CSV format=**YES**
 - Display/Output [change]: **download/save** (plain text file)
- Button: Generate Ephemeris

図 6-10 HORIZONS web-interface による設定例

6.1.5 簡易軌道設定

簡易軌道設定欄には、以下のボタンが配置されています。

No.	項目	内容
1	TLEファイル読み込みボタン	ファイル選択画面を表示し、選択されたTLEファイルから軌道要素を入力する。
2	webからTLE取得ボタン	Space-Track.comに接続し、指定条件でTLEを取得する。
3	軌道ウィザードボタン	静止軌道、太陽同期準回帰軌道を指定条件で生成する。

6.1.6 Space-Track.com に対する TLE 検索

図 6-4 の宇宙機登録画面で、「web から TLE 取得」ボタンをクリックすると、TLE 検索画面が表示されます。

検索は、Space-Track.com に対して行いますので、事前に Space-Track.com のアカウントを取得する必要があります。

衛星名、またはカタログ ID での検索が可能です。

TLE 検索画面のイメージを以下に示します。

The screenshot shows a dialog box titled "webからTLEを取得する". It has two search sections: "衛星名" (Satellite Name) with the value "HST" and "衛星名で検索" button, and "COSPAR ID" with the value "90037B" and "COSPAR IDで検索" button. Below these is a message: "以下の衛星のTLEが見つかりました。選択してください。" (Found TLE for the following satellites. Please select). A table lists results:

#	Name	Epoch
3	HST	2020-07-30 18:55:26
4	HST	2020-07-30 06:05:53
5	HST	2020-07-29 08:00:33
6	HST DEB (SOLAR PANEL)	1998-10-27 20:50:12
7	HST DEB (SOLAR PANEL)	1998-10-27 20:49:53

At the bottom, there is a "Space-Track.orgログイン情報" (Space-Track.org login information) section with "Username" and "Password" input fields, and "OK" and "キャンセル" (Cancel) buttons.

図 6-11 TLE 検索画面

検索後、選択した TLE を登録衛星の初期軌道要素とします。

6.1.7 トレースデータ生成条件設定

地上トレース、軌道トレース生成条件とパス情報を設定します。

オブジェクトツリーでトレース条件のノードをダブルクリックするか、あるいは、衛星登録画面（図 7.1.7-1）で「トレース条件設定」ボタンをクリックすることにより、以下のトレースオプション&パス情報設定画面が表示されます。

図 6-12 トレースオプション&パス情報設定画面

■ グランドトレース(地上トレース)生成情報設定項目

設定項目	説明
生成する	チェックした場合に、グランドトレース情報を生成します。
生成周回数	編集モードにおいて、衛星登録時に初期表示される地上トレースの表示期間を周回数で指定します。 再生表示モードでは、ワールドマップ表示画面の表示オプションとして表示周回数を設定できます。

■ 軌道トレース生成情報

設定項目	説明
中心天体座標系で作成	チェックした場合に、中心天体の座標系で軌道トレースデータを生成します。
他天体の赤道座標系で作成	指定天体の赤道座標系で軌道トレースデータを生成します。
他衛星の軌道座標系で生成	指定衛星の軌道座標系における軌道トレースを生成します。

■ 軌道トレース条件の全衛星への適用

「上記の軌道トレース条件を全衛星に設定する」をチェックすることで、設定内容が全衛星に適用されます。

■ パス情報

本入力欄は、地球観測衛星のための設定です。

設定項目	説明
基準 RSP パス番号	起点経度を設定する RSP(※)パス番号を入力します。 デフォルトは0です。
RSP パス番号起点経度[度]	起点となる RSP パスの昇交点または降交点通過時の経度[度]を入力します。 指定した経度を通るパスを検索し、そのパスの RSP パス番号として、上記の基準 RSP パス番号を設定します。 隣接軌道との経度差の半値まで、誤差は許容されます。 デフォルトは0度です。
降交点／昇交点	RSP パス番号起点経度の交点として、降交点または昇交点を選択するします。デフォルトは昇交点となります。
通算周回番号の起点時刻を指定する	チェックした場合に、通算周回番号起点時刻を入力します。 チェックしない場合、軌道エポックが通算周回番号カウントの起点時刻になります。
パス番号カウント座標系	昇交点通過を判定するための赤道面として、TOD 座標系と J2000 座標系のいずれかを選択する。 両者の違いは僅かです。

※ Reference System for Planning パス。

6.1.8 衛星姿勢設定画面

衛星の姿勢条件を、以下の手順で設定することができます。

オブジェクトツリーで「姿勢条件」のノードをダブルクリックするか、あるいは、シミュレーション衛星一覧画面（図 6-2）で「姿勢設定」ボタンをクリックすることにより、以下の姿勢設定画面が表示されます。

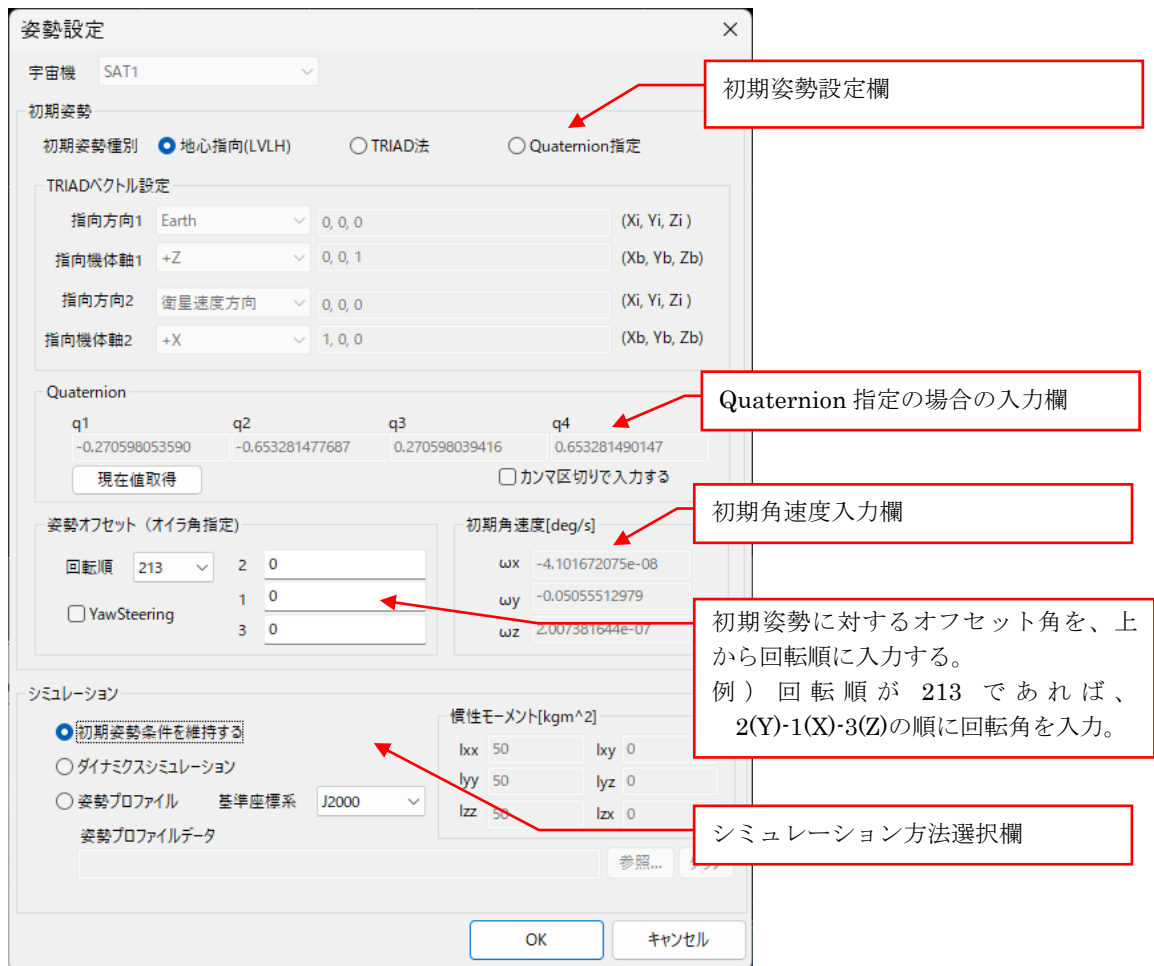


図 6-13 衛星姿勢設定画面

本ツールにおける衛星姿勢は、初期姿勢を与え、シミュレーション中の姿勢維持方法を指定することで設定されます。

■ 初期姿勢

基準姿勢として、以下のいずれかを選択します。

姿勢種別	説明
LVLH 姿勢	機体 Z 軸を地球方向、X 軸を速度方向とした姿勢。
TRIAD 法	第 1 ベクトルで指定した機体軸(±X,Y,Z 軸)を指定天体に向け、第 2 ベクトルで指定した機体軸を、第 1 ベクトルと第 2 ベクトルが張る面内に拘束する。 また、第 1 ベクトルと第 2 ベクトルの方向として、天体名その他、以下を指定可能。 [衛星速度方向]：衛星の速度方向ベクトル [軌道面垂直]：衛星の軌道面垂直方向ベクトル
慣性座標系固定	慣性座標系に固定した姿勢

■ 姿勢オフセット

基準姿勢で定義した姿勢からのオフセットを、オイラ角またはクォータニオンで指定します。

オイラ角の場合、回転順(213,313 など) を選択し、回転順に回転角を入力します。

例えば、回転順が 213 であれば、 $2(\theta_Y)-1(\theta_X)-3(\theta_Z)$ の順に回転角を入力します。このとき LVLH 姿勢であれば、慣性座標系から LVLH 座標系への変換行列を ${}_O\mathbf{T}_I$ としたとき、慣性座標系から機体座標系への座標変換行列 ${}_B\mathbf{T}_I$ は、次のようになります。

$${}_B\mathbf{T}_I = \mathbf{Z}(\theta_Z) \cdot \mathbf{X}(\theta_X) \cdot \mathbf{Y}(\theta_Y) \cdot {}_O\mathbf{T}_I$$

上記における、 $\mathbf{X}, \mathbf{Y}, \mathbf{Z}$ は座標軸周りの回転行列を表します。

■ 姿勢シミュレーション

姿勢シミュレーション方法として、以下のいずれかを選択します。

(1) 初期姿勢を維持

指定した初期姿勢条件を維持するようにシミュレーションします。

(2) ダイナミクスシミュレーション

初期角速度と慣性モーメントを設定することで、ダイナミクスシミュレーションを行うことができます。

また、ダイナミクスシミュレーション中は、スクリプトから姿勢制御トルクを設定することにより、姿勢制御シミュレーションを実施することができます。

(3) 姿勢プロファイル

姿勢クォータニオンの時系列ファイルを読み込むことができます。

基準座標系を指定しファイルパス名を入力します。

ファイルは以下の csv 形式とします。

Time, q1, q2, q3, q4

Time で指定する時刻の形式は YYYY-MM-DDThh:mm:ss[.sss] となります。

6.1.9 形状モデル設定

衛星表示用の形状モデルと大気抵抗を計算するための多面体情報を設定することができます。オブジェクトツリーで「形状モデル」のノードをダブルクリックするか、あるいは、衛星登録画面で「形状設定」ボタンをクリックすることにより、以下の衛星形状モデル設定画面が表示されます。

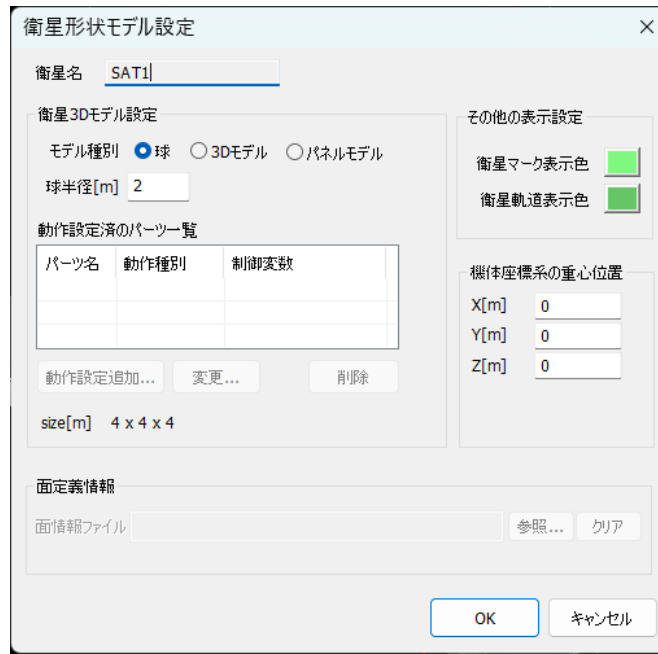


図 6-14 衛星形状モデル設定画面

(1) 表示用衛星 3D モデル設定

3D モデルとして、球、3D モデル、およびパネルモデルのいずれかを選択します。

(a) 球モデル

衛星を球で表示します。

球の半径[m]を指定することができます。

(b) 3D モデル

`$install¥data¥3dModel` フォルダに用意された衛星 3D モデルをメニューから選択します。3D モデルでは、3D モデル内に定義されているパドル等のパーツを動かすことができます。その場合、動かすパーツ名と動作値（角度等）を取得する変数を設定します。変数としてシステム変数の他、ユーザ変数を指定することもできます。

(c) パネルモデル

参照ボタンをクリックし、パネルモデルファイルを選択します。

パネルモデルとは、衛星の形状を、直方体、円柱、および多角形の板などの基本図形要素を組み合わせたものであり、テキストファイルに定義された図形要素の形状と配置位置情報から 3D 表示を行うモデルです。

パネルモデルの定義例を以下に示します。

```

BEGIN MODEL SIMPLE
  BEGIN PARTS bus
    CUBE NAME=bus CP=0 SIZE=1.2/1.2/1.2 COLOR=255/255/128
  END
  BEGIN PARTS telescope
    TUBE NAME=telescope CP=0 SIZE=0.3/0.3/1.2/0.02 COLOR=255/255/128
  END
  BEGIN PARTS mirror
    CYLINDER NAME=mirror CP=0 SIZE=0.28/0.28/0.01 COLOR=255/255/255
  END
  BEGIN PARTS paddle
    CUBE NAME=paddle CP=0 SIZE=1.2/1.4/0.04 COLOR=0/128/255
  END
  PUT NAME=body PARTS=bus POS=0.0/0.0/0.0 ROT=0.0/0.0/0.0/123
  PUT NAME=telescope PARTS=telescope POS=0.0/0.0/0.4 ROT=0.0/0.0/0.0/123
  PUT NAME=mirror PARTS=mirror POS=0.0/0.0/0.7 ROT=0.0/0.0/0.0/123
  PUT NAME=pd1 PARTS=paddle POS=1.4/0.0/-0.35 ROT=0.0/0.0/90.0/123 R_AXIS=0/0/1 R_CENTER=0.0/0.0/0
  PUT NAME=pd2 PARTS=paddle POS=-1.4/0.0/-0.35 ROT=0.0/0.0/-90.0/123 R_AXIS=0/0/1 R_CENTER=0.0/0.0/0
  PUT NAME=pd1 PARTS=paddle POS=0.0/1.4/-0.35 ROT=0.0/0.0/0.0/123 R_AXIS=0/0/1 R_CENTER=0.0/0.0/0
  PUT NAME=pd2 PARTS=paddle POS=0.0/-1.4/-0.35 ROT=0.0/0.0/180.0/123 R_AXIS=0/0/1 R_CENTER=0.0/0.0/0
END

```

図 6-15 パネルモデル定義例

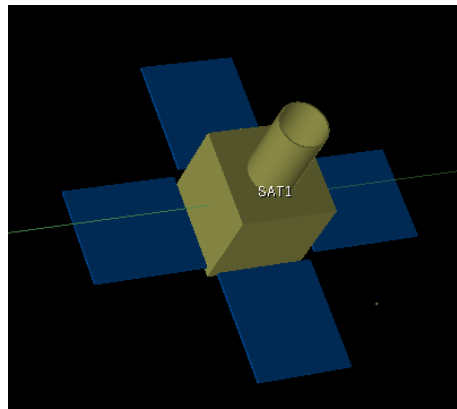


図 6-16 パネルモデルによる表示例

パネルモデルのスクリプト仕様は別紙に記載します。

(2) 面定義情報

大気抵抗と太陽輻射圧をマクロモデル用いて算出する場合に、衛星形状を大まかに表した面情報ファイルを指定します。

(本機能の利用には拡張ライセンスが必要です。)

6.1.10 相対軌道設定

相対軌道で衛星の追加を行うことができます。

最初に基準となる衛星を追加し、その後、オブジェクトツリーで宇宙機ノードを右クリックで表示されるメニューから「相対軌道で衛星を追加する」を選択します。

登録済の衛星が1つの場合は、当該衛星が基準衛星として選択され、新しい衛星に対する相対軌道を設定する相対軌道設定画面（図 6-17）が表示されます。

複数の衛星が登録されている場合は、まず、衛星選択画面が表示され基準衛星を選択します。

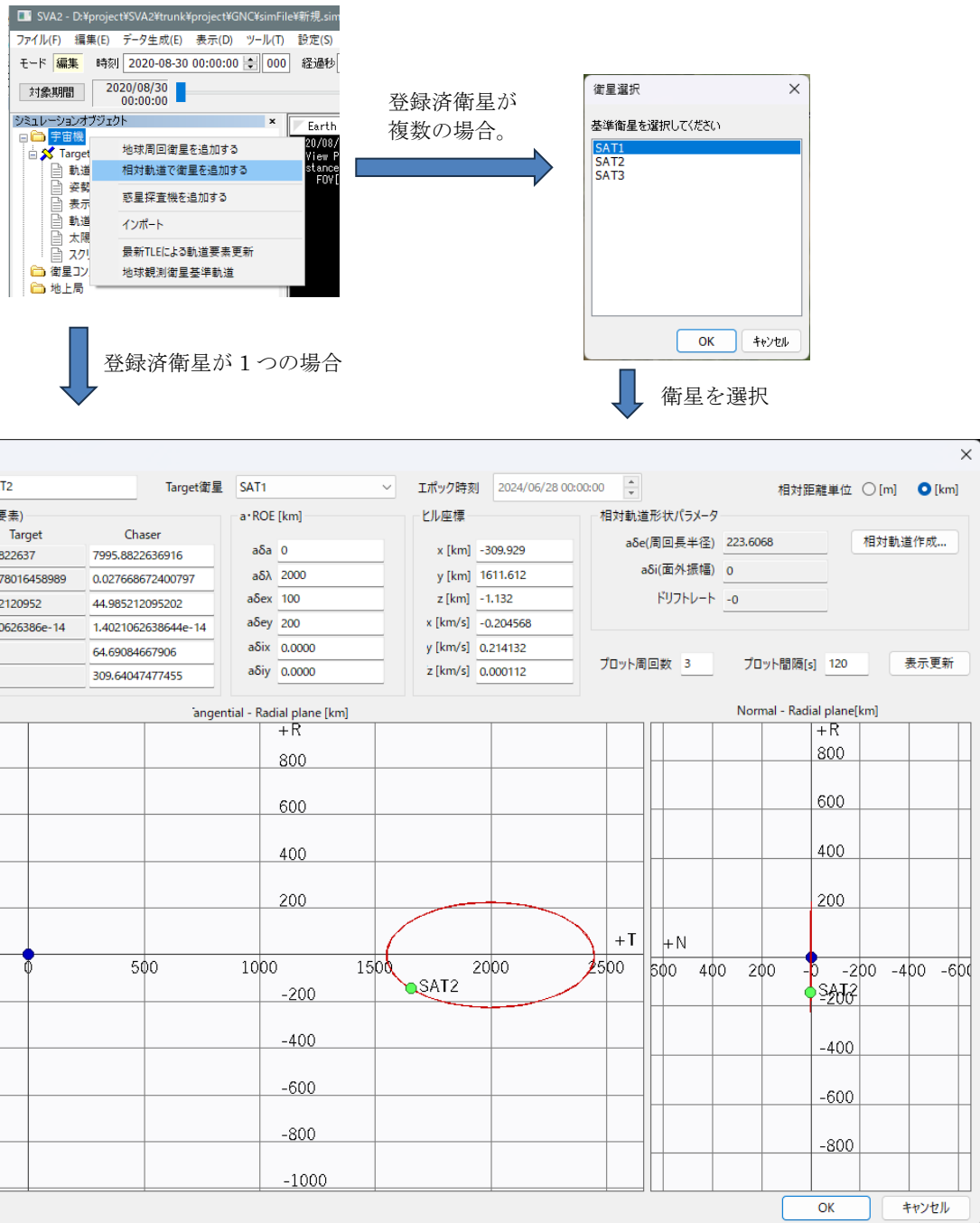


図 6-17 相対軌道設定画面

また、ターゲットとチェイサが両方とも登録済の場合に、チェイサ衛星を相対軌道要素で入

力するためには、オブジェクトツリーからチェイサ衛星ノード下の、軌道条件ノードを右ボタンでクリックし、表示されるメニューから「相対軌道設定」を選択すること、上記の画面（図 6-17）が表示されます。

上記、相対軌道設定画面における、相対軌道の設定手順を以下に示します。

(1) 軌道要素の入力

チェイサの軌道要素を以下のいずれかの方法で入力します。

(a) 平均ケプラー要素

ケプラー要素入力欄でケプラー要素を入力します。

入力後、タブキーを押すか、マウスで他の入力欄をクリックすることで入力したケプラー要素を用いて、相対軌道トレースを表示更新します。

また、以下の(b)(c)項の入力欄が対応する値に更新されます。

(b) ROE 要素

基準衛星（ターゲット衛星）に対するチェイサの ROE を、 $a \cdot ROE$ の形で入力します。入力後、タブキーを押すか、マウスで他の入力欄をクリックすることで入力した ROE を用いて、相対軌道トレースを表示更新します。同時に、他の入力欄の値が対応する値となります。

各 ROE 要素は以下のように相対軌道の大きさを決定します。（入力単位は、[m]または[km]を選択できます）

$a \delta a$: 基準衛星との平均高度差を表します。

$a \delta \lambda$: 軌道に沿った距離を表します。

$a \delta ex$: 離心率ベクトルのex成分の差による高度変動量を表します。

$a \delta ey$: 離心率ベクトルのey成分の差による高度変動量を表します。

$a \delta ix$: 軌道傾斜角差による軌道面外方向の変動量を表します。

$a \delta iy$: 昇交点赤経差による軌道面外方向の変動量を表します。

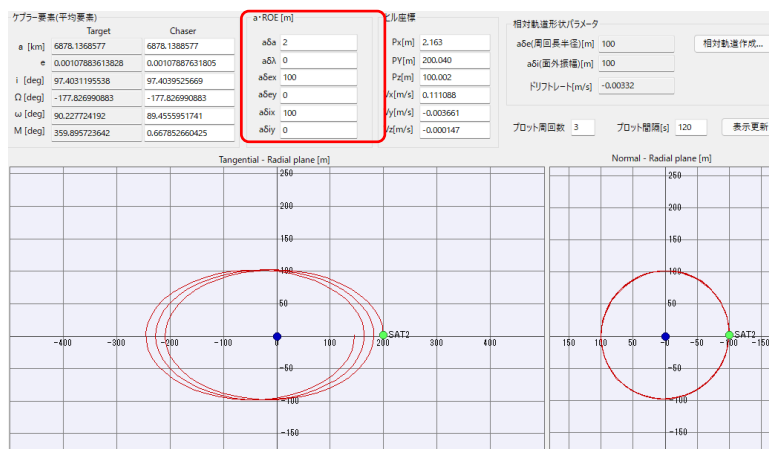


図 6-18 ROE の入力例

上記の例では、高度差2[m]で、高度変動量が100[m]、面外変動量が100[m]の Safety Ellipse 軌道となります。

以下に本書における ROE の定義を示します。

$$\begin{pmatrix} \delta\alpha \\ \delta\lambda \\ \delta e_x \\ \delta e_y \\ \delta i_x \\ \delta i_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (a_c - a_t)/a_t \\ (u_c - u_t) + (\Omega_c - \Omega_t) \cos i \\ e_{xc} - e_{xt} \\ e_{yc} - e_{yt} \\ i_c - i_t \\ (\Omega_c - \Omega_t) \sin i \end{pmatrix}$$

(c) HILL 座標値

HILL 座標系で、チェイサの相対軌道位置と速度を入力します。

入力後、タブキーを押すか、マウスで他の入力欄をクリックすることで入力したケプラー要素を用いて、相対軌道トレースを表示更新します。同時に、他の入力欄の値が対応する値となります。

(d) 簡易設定

相対軌道設定画面の「相対軌道作成..」ボタンをクリックすることで、以下の画面が表示されますので、相対軌道種別と軌道条件を指定することで、相対軌道要素を算出し、画面に反映します。(本機能は無効化されています)

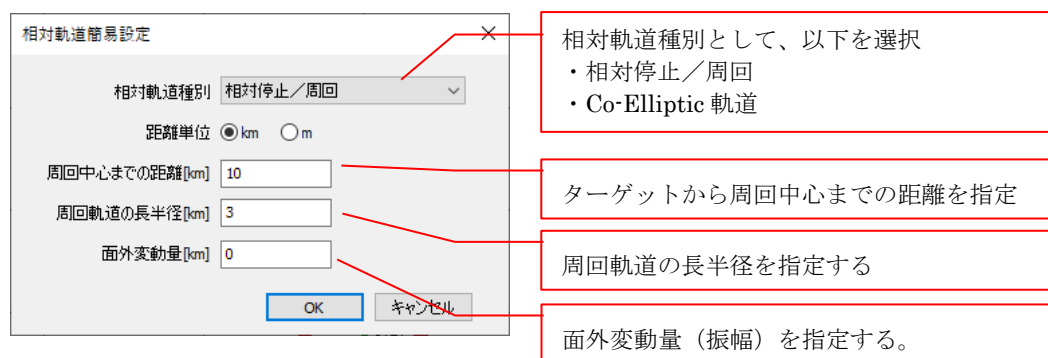


図 6-19 相対軌道簡易設定画面

(2) 相対軌道トレース表示

以下の2つの面における二次元軌道トレースを表示します。

- ・軌道の接線方向と動径方向を、X 軸と Y 軸に取った2次元面
- ・軌道の面外方向と動径方向を、X 軸と Y 軸に取った2次元面

マウス操作により画面のドラッグ、拡大／縮小が可能です。また、画面をダブルクリックすることで、全トレースが表示されるようにフィッティングします。

その他、マウス右ボタンメニューから各種表示形式の設定を行うことができます。

(3) 軌道モデルの表示と特別摂動法対する摂動条件の設定

チェイサ衛星とターゲット衛星の軌道伝播モデルが以下のように表されます。

軌道伝播モデルが「特別摂動」の場合、当該表示をマウスでクリックすると、軌道伝播条件が表示され、軌道伝播条件を変更することができます。

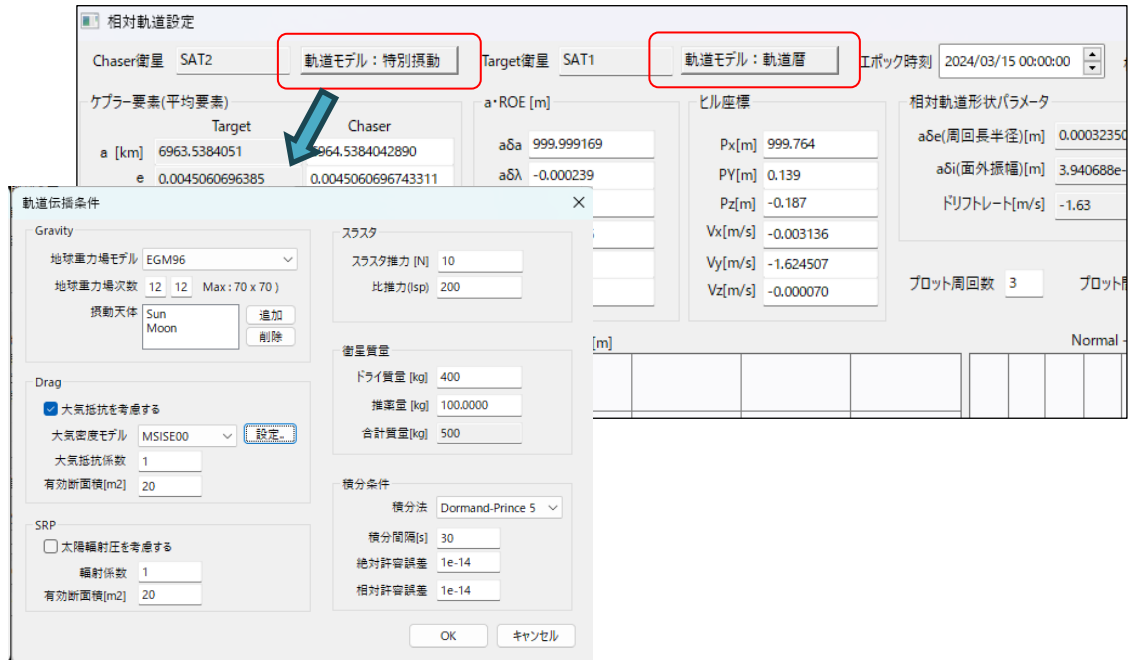


図 6-20 特別摂動法の軌道伝播条件設定

(注意事項)

チェイサの軌道伝播モデルはターゲットと同一である必要があります。

新規にチェイサを作る場合は、自動的にターゲットに合いますが、既に登録済のチェイサ衛星について相対軌道を設定する場合は、ターゲットと同じ伝播モデルを設定する必要があります。ただし、大気抵抗や太陽輻射圧を条件を考慮する場合は、衛星固有である衛星質量や抵抗係数などを個別の値に設定する必要があります。

また、ターゲットが軌道暦を用いて登録されている場合は、その軌道暦を作成したときの軌道伝播条件を、チェイサ衛星の軌道伝播条件として設定しておく必要があります。(衛星固有条件は除きます)

(4) エポック時刻の変更

エポック時刻入力欄でチェイサのエポック時刻を変更します。

エポック時刻を変更すると、まず、ターゲット衛星の軌道を当該時刻まで軌道伝播し、相対軌道要素は変化しない前提で、チェイサの軌道要素を求めます。

6.1.11 太陽電池パネル設定

太陽電池パネルを定義することにより、発生電力を算出することができます。

発生電力の算出では、複数の太陽電池パネルと各パネルのストリング構成、および各ストリングのセル構成を定義し、セル毎に算出した発生電力を、ストリング、パネル、および衛星全体の発生電力として集計、出力することができます。

(1) 太陽電池パネルの登録

オブジェクトツリーで衛星ノードを選択し、マウス右ボタンメニューから「太陽電池パネルの追加」を選択することで、以下の太陽電池パネル定義画面が表示されます。

太陽電池パネル定義

SAP定義ファイル: C:\project\SVA2\users\電力解析\sample_sap.sap [参照...]

パネル分割数: 5 ※ 影率を計算する際の各パネルの分割数 他衛星の影を考慮する

発電効率[%]: 55 太陽定数[W/m²]: 1367

影率閾値[%]: 40 太陽入射角閾値[deg]: 80

影率が閾値以下の影セルの扱い方法
 影率をゼロとする ストリング内の最小日照率を適用

※ 影率を計算する際の各パネルの分割数 [パーツ有効条件設定...]

パネル名	面積[m ²]	ストリング数	配置パーツ	パーツ定義名	パーツ回転
SAP1	1.16	2	pdl1	paddle.sap1	太陽追尾
SAP2	1.00	2	pdl1	paddle.sap2	太陽追尾
SAP3	1.16	2	pdl2	paddle.sap1	太陽追尾
SAP4	1.00	2	pdl2	paddle.sap2	太陽追尾

SAP定義ファイルを3D表示モデルに用いる

[OK] [キャンセル]

図 6-21 太陽電池パネル定義画面

太陽電池パネル定義画面の入出力項目を以下に示す。

No.	入出力項目	説明
1	SAP 定義ファイル	太陽電池パネルの構成を記述した SAP 定義ファイル名を選択入力する。 [参照]ボタンによりファイル選択ダイアログが表示され、SAP 定義ファイル名を選択する。初期のフォルダは sim ファイルが置かれたフォルダが表示される。 SAP 定義ファイルの詳細は 9.1 項に示す。
2	セル分割数	セルの影を算出するための算出点を設定するためにセルの分割数を指定する。分割数を n としたとき、セル内に n×n の点を生成し、各点における太陽方向ベクトルと衛星構造物の交わり有無を算出し、影化日照状態かを判定する。
3	他衛星の影を考慮する	チェックした場合、他の全ての衛星に対して、セルの影を算出する。

No.	入出力項目	説明
4	発電効率[%]	<p>発電効率(η)を指定する。</p> <p>セルの発電量(P_i)は以下のように算出される。</p> $P_i = \eta / 100 \cdot S_i \cdot A \cdot \cos(\theta) \cdot rL_i$ <p>ここで、</p> <p>S : 衛星位置における太陽エネルギー[W/m²]</p> <p>A_i : セル i の面積[m²]</p> <p>θ : セル面に対する太陽入射角[rad]</p> <p>rL_i : セル i 面の日照率(0..1)。</p> <p>rL_i = 日照状態の算出点数 / 影算出総数点数 として算出する。</p> <p>また、ストリングの発生電力は以下となる。</p> $P_s = \sum (P_i) \quad i=1..N_c,$ <p>ただし、$rL_i <$ 影閾値以下のセルは除外する。</p>
5	太陽定数[W/m ²]	1AU における太陽エネルギーを表す。
6	影閾値[%]	セルの影率[%] > 影閾値[%] のセルについては、ストリングから切り離し、ストリングの発生電力に加えない。
7	太陽入射角閾値[deg]	太陽入射角が閾値以下のセルについては、発生電力を 0 とする。
8	影率が閾値以下の影セルの扱い方法	<p>セルの影率 \leq 影閾値のセルの扱い方法を設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「影率をゼロとする」を選択した場合、上記 4 項の rL_i は 1.0 としてストリングの発生電力を計算する。 ・ 「ストリング内の最小日照率を適用」を選択した場合、ストリング内のセルから最小日照率を求め、これを上記 4 項の rL_i として、ストリング発生電力を計算する。
9	パーツ情報	SAP 定義ファイルは太陽電池パネルとともに、衛星全体の構造を定義するものであり、衛星全体を構成するパーツの一覧を表示する。
10	パーツ名	パーツの名称を表示する。
11	パネル配置数	パーツ上に配置したパネル数を表示する
12	パーツタイプ	パーツが衛星本体に固定されているか、駆動するかを表示する。
13	有効／無効	パーツが非表示となる条件を表示する
14	パーツ有効条件設定	ボタンを押すことで図 6-22 の太陽電池パネル動作条件設定画面を表示し、パーツの回転動作を設定する。
15	SAP 定義ファイル 3D 表示モデルに用いる	チェックしたとき、SAP 定義ファイル内容に基づいて、太陽電池パネルを含んだ衛星の 3D モデルを内部生成し、表示に用いる。
16	OK ボタン	OK ボタンを押すことで、パネル定義ファイルの内容がチェックされ、「AP 定義ファイル 3D 表示モデルに用いる」がチェックされていれば、衛星 3D モデルを生成し、表示中の 3D 表示画面に反映する。

図 6-22 に太陽電池パネル動作条件設定画面を示します。

本画面では、太陽電池パネル定義画面の「パーツ情報欄」で選択したパーツについて、回転、表示／非表示切替動作を設定することができます。

図 6-22 太陽電池パネル動作条件設定画面

太陽電池パネル動作条件設定画面の入出力項目を以下に示す。

設定項目	説明
パーツ名	対象パーツ名が表示される。
パネル構成情報	パーツに太陽電池パネルが配置されている場合、パネル名と面積、およびストリング数を表示する。
パドル角設定	パーツの回転有無を指定する。
面を太陽方向に向ける	チェックすると、SAP 定義ファイルで定義した当該パーツの回転軸回りに、パーツの面に対する太陽入射角が最も小さくなるように回転する。
制御変数名	「面を太陽方向に向ける」をチェックせずに、参照ボタンで角度を決定するシステム変数を選択することができ、選択した変数名が表示される。
参照	システム変数選択画面を表示する。
クリア	設定されている制御変数名をクリアする。
パドル有効条件	パドルの表示有無を設定する。
制御変数名	参照ボタンで表示有無決定するシステム変数を選択することができ、選択した変数名が表示される。
参照	システム変数選択画面を表示する。
クリア	設定されている制御変数名をクリアする。

(2) 太陽電池パネル電力解析結果

太陽電池パネルによる発生電力の算出結果は、以下に示すシステム変数により、データ一覧表示やトレンドグラフで表示することができます。

設定名	内容
SOLAR_PWR	衛星位置における太陽エネルギー[W/m2]
GEN_PWR	衛星全体の発生電力[W]
<i>panel_pwr</i>	<i>panel</i> の発生電力[W]。 <i>panel</i> は、SAP 定義ファイルで定義されたパーツ名+パネル名が付与される。
<i>panel_sunAng</i>	<i>panel</i> に対する太陽入射角[deg]
<i>panel_Sss_pwr</i>	ストリングの発生電力[W] Sssは”S”+ストリング ID.

(3) 太陽電池パネル状態表示

メニューバーの「ツール」から「太陽電池パネル状態表示」を選択することで、以下の画面が表示されます。

パーツ名	パネル名	ストリングID	発生電力[W]	有効セル数	太陽入射角	受光率[%]
<input type="checkbox"/> pdl1	sap1	1	36.2913	3	63.9076	21.25
<input type="checkbox"/> pdl1	sap1	2	110.735	7	63.9076	88.75
<input type="checkbox"/> pdl1	sap2	3	214.659	8	63.9076	100.00
<input type="checkbox"/> pdl1	sap2	4	107.329	4	63.9076	100.00
<input type="checkbox"/> pdl2	sap1	1	223.331	12	63.9076	100.00
<input type="checkbox"/> pdl2	sap1	2	148.887	8	63.9076	100.00
<input type="checkbox"/> pdl2	sap2	3	214.659	8	63.9076	100.00
<input type="checkbox"/> pdl2	sap2	4	107.329	4	63.9076	100.00
<input type="checkbox"/> 衛星全体	-	-	1163.22	-	-	-

チェックしたストリングを強調表示します。

閉じる

図 6-23 太陽電池パネル状態表示画面

本画面では、パーツ名の欄をチェックすることで、3D 表示画面上の衛星モデルで、ストリング毎の強調表示を行うことができます。また、セルの影の部分の表示 ON/OFF を設定することができます。

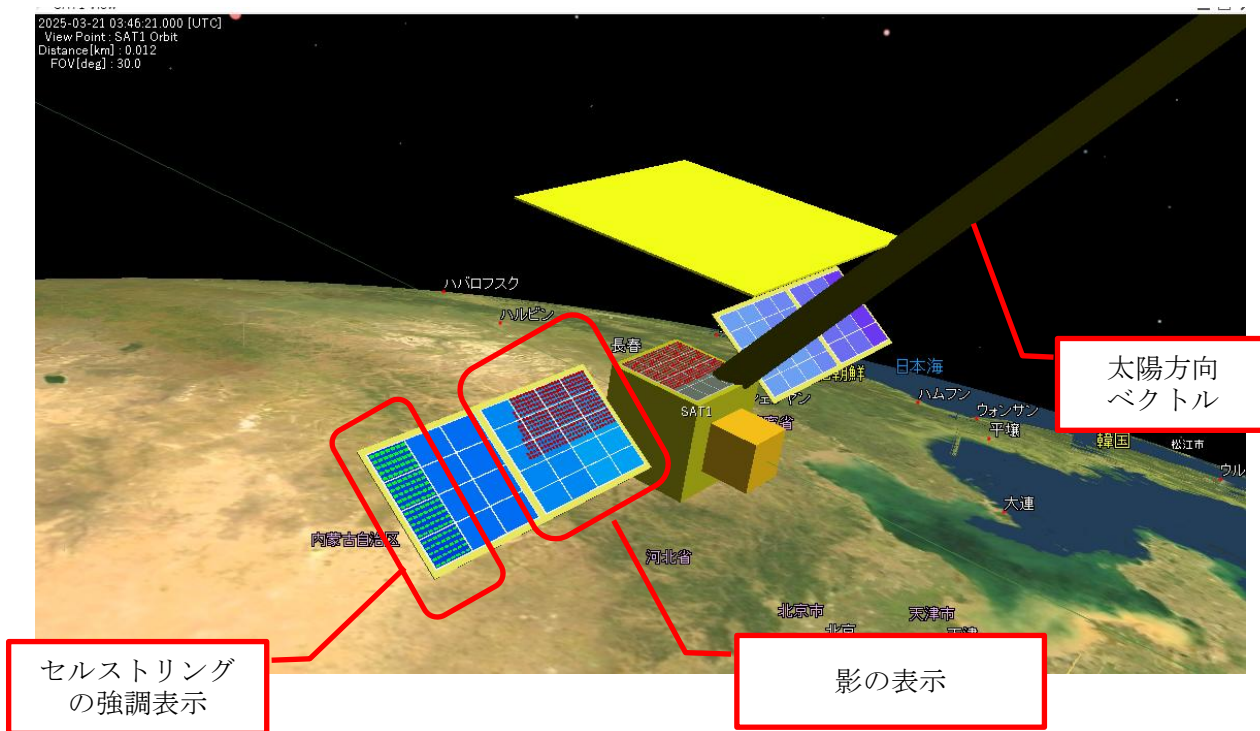


図 6-24 影表示とセルストリングの強調表示

6.2 地上局登録

地上局を登録することにより、地上局からの可視解析が可能になります。

地上局登録を行うための「地上局一覧画面」は、「編集」メニュー(図 7-1)から「地上局」を選択するか、オブジェクトツリーの地上局ノードで「追加」メニューを選択することにより、表示されます。



局名称	緯度[°]	経度[°]	高度[m]	仰角閾値[°]	SkyLine	TripZone
CTS	42.7750	141.6251	0	5.00	-	-
ITM	26.1412	127.6620	0	5.00	-	-
KRN1	67.9000	21.1000	100	5.00	有効	-
KTU1	35.2089	140.3010	228	0.00	-	-
MSD1	30.6000	131.0000	0	10.00	-	-
MSP1	27.7650	-15.6348	100	0.00	-	-
OKN1	26.5000	127.9000	100	0.00	-	-
PRT1	-31.8084	115.8880	21	5.00	-	-
SNG	1.3667	103.9830	0	5.00	-	-
SNT1	-33.1000	-70.7000	0	0.00	-	-
SVL	77.9134	15.4390	0	0.00	-	-
TKSC	36.0685	140.1280	129	5.00	-	-
Tokyo	35.6931	139.7660	31	0.00	有効	有効

図 6-25 地上局一覧画面

(1) シミュレーションへの登録

シミュレーションに地上局を登録するには、地上局一覧画面で地上局を選択し、「シミュレーションへ登録」ボタンをクリックします。

(2) 地上局一覧情報

地上局一覧画面には、位置情報と可視判定仰角および、スカイライン情報、トリップゾーン情報の有無が「有効」または「-」で示されます。

スカイライン情報とトリップゾーン情報については、後述します。

(3) 地上局情報の編集

地上局情報の変更は、「編集」ボタンをクリックし、表示される「地上局データ設定画面」で地上局情報を変更します。図 4.2-2 に「地上局データ設定画面」を示します。

編集内容は、地上局データベースに保存されます。

(4) 地上局の新規追加

地上局を新規に追加する場合は、「新規追加」ボタンをクリックし、表示される「地上局データ設定画面」で地上局情報を入力します。

編集内容は、地上局データベースに保存されます。

(5) 地上局データ設定画面

図 6-26 地上データ設定画面

地上局データ設定画面で、以下のパラメータを入力します。

設定項目	説明
名称	英数字、32文字以内で入力する。 漢字を用いることもできますが、不都合が生じる場合もあります。
経緯度形式	入力／表示する、経度と緯度の表示形式を選択します。
緯度 経度 高度	地上局の位置を入力します。 度単位での入力の他、度、分、秒で入力できます。 入力値は、WGS84のX,Y,Z欄に即時に変換表示されます。
X、Y、Z	地上局の位置を地球固定座標系(WGS84)で入力します。 入力値は、即時に地理緯度、経度、高度欄に変換表示されます。
可視仰角	地上局からの衛星や天体の可視条件に用います。 可視判定結果は、システム変数のVISIBLE(表A1-1参照)に反映されます。

(6) スカイラインとトリップゾーンの設定

スカイラインとトリップゾーンは、方位角(Az)と仰角(EL)のペアで、天空にラインを引くように設定し、それを地上局管理フォルダ(\$install/data/stations)に置くことで参照されるようになります。ファイル名はスカイラインファイルの場合、局名+".sky"、トリップゾーンの場合は、局名+".tpz"となります。

スカイラインまたはトリップゾーンが登録されている場合、地上局イベント検索機能(7.2項参照)では、スカイラインを考慮した可視時間とトリップゾーンに対する入／出イベントを検索することができます。

0,7.0 68.2,7.0 68.2,21.5 128.2,21.5 128.2,7.0 314,7.0 314,32.0 330,32.0 330,7 360,7	Az, ELの形式でAZ=0～360の範囲で天空のラインを定義します。 トリップゾーン同様の形式となります。
--	---

図 6-27 スカイライン定義ファイル例

6.3 衛星センサ登録

衛星センサを登録することにより、センサ視野画面の表示や、天体によるセンサ視野への干渉予報を行うことができます。

また、センサの視線方向を回転させたり、衛星や天体を追尾させることができます。

登録可能なセンサの種類には以下があります。

- 円形視野のセンサ
- 矩形視野のセンサ

6.3.1 センサ座標系

SVA ではセンサ座標系として、センサ架台座標系とセンサ視野座標系を考えます。

衛星機体にセンサ架台が取り付けられ、センサ視野座標系はセンサ架台上で回転させることができます。

センサの視線方向は、センサ視野座標系の+Z 軸方向となります。

また、センサ架台の駆動方式には、AZ-EL 方式と X-Y 方式の 2 種類があります。

■ AZ-EL 方式

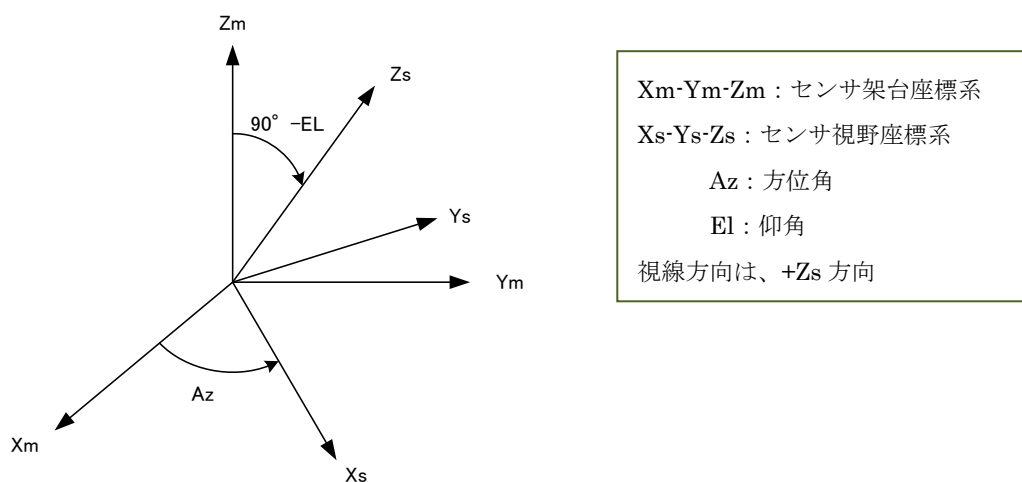


図 6-28 AZ-EL 方式のセンサ座標系

センサ架台座用系からセンサ視野座標系への変換行列 (${}_S\mathbf{T}_M$) は、以下となります。

$${}_S\mathbf{T}_M = \mathbf{Y}\left(\frac{\pi}{2} - El\right) \cdot \mathbf{Z}(Az)$$

上記で、 $\mathbf{Y}(\phi)$ や、 $\mathbf{Z}(\phi)$ などは、それぞれ、Y 軸、Z 軸周りの座標回転行列を意味します。

なお、慣性座標系からセンサ座標系への変換行列 (${}_S\mathbf{T}_I$) は以下のように現します。

$${}_S\mathbf{T}_I = {}_S\mathbf{T}_M \cdot {}_M\mathbf{T}_I$$

■ Y/X 方式

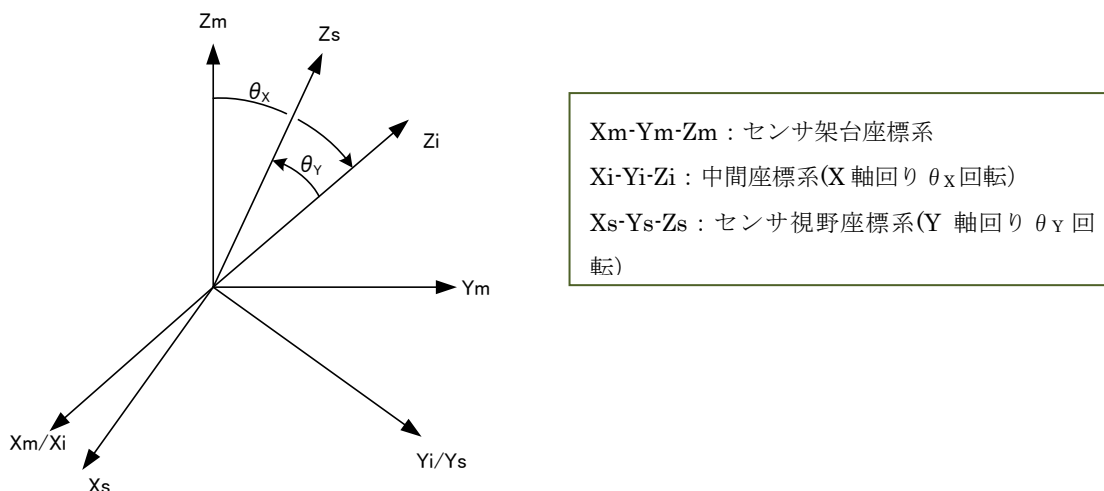


図 6-29 Y/X 方式のセンサ座標系

この場合の、センサ架台座用系からセンサ視野座標系への変換行列 (${}_S\mathbf{T}_M$) は、以下となります。

$${}_S\mathbf{T}_M = \mathbf{Y}(\theta_y) \cdot \mathbf{X}(\theta_x)$$

■ X/Y 方式

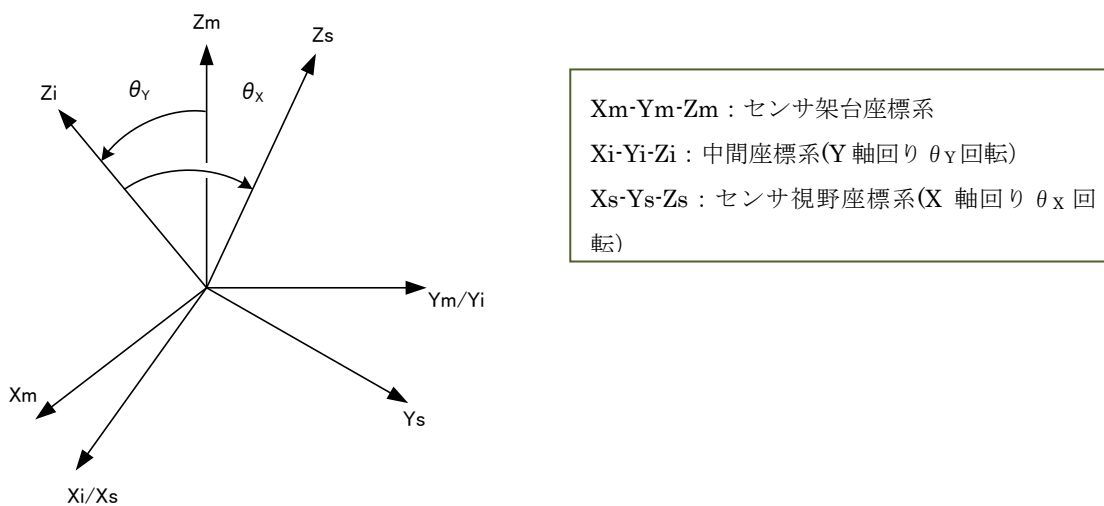


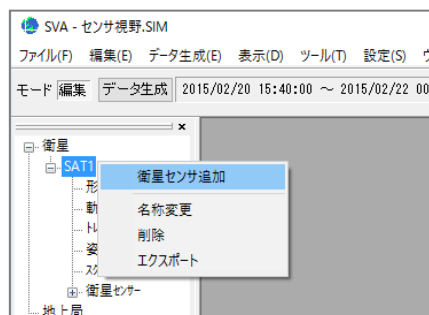
図 6-30 Y/X 方式のセンサ座標系

この場合の、センサ架台座用系からセンサ視野座標系への変換行列 (${}_S\mathbf{T}_M$) は、以下となります。

$${}_S\mathbf{T}_M = \mathbf{X}(\theta_x) \cdot \mathbf{Y}(\theta_y)$$

6.3.2 衛星センサ登録画面

衛星センサ登録画面は、オブジェクトツリーで対象衛星を選択後、表示されるメニュー¹から「衛星センサ追加」を選択することで表示されます。



※ 同様の操作が、の編集メニューから「衛星センサ」を選択することも可能です。

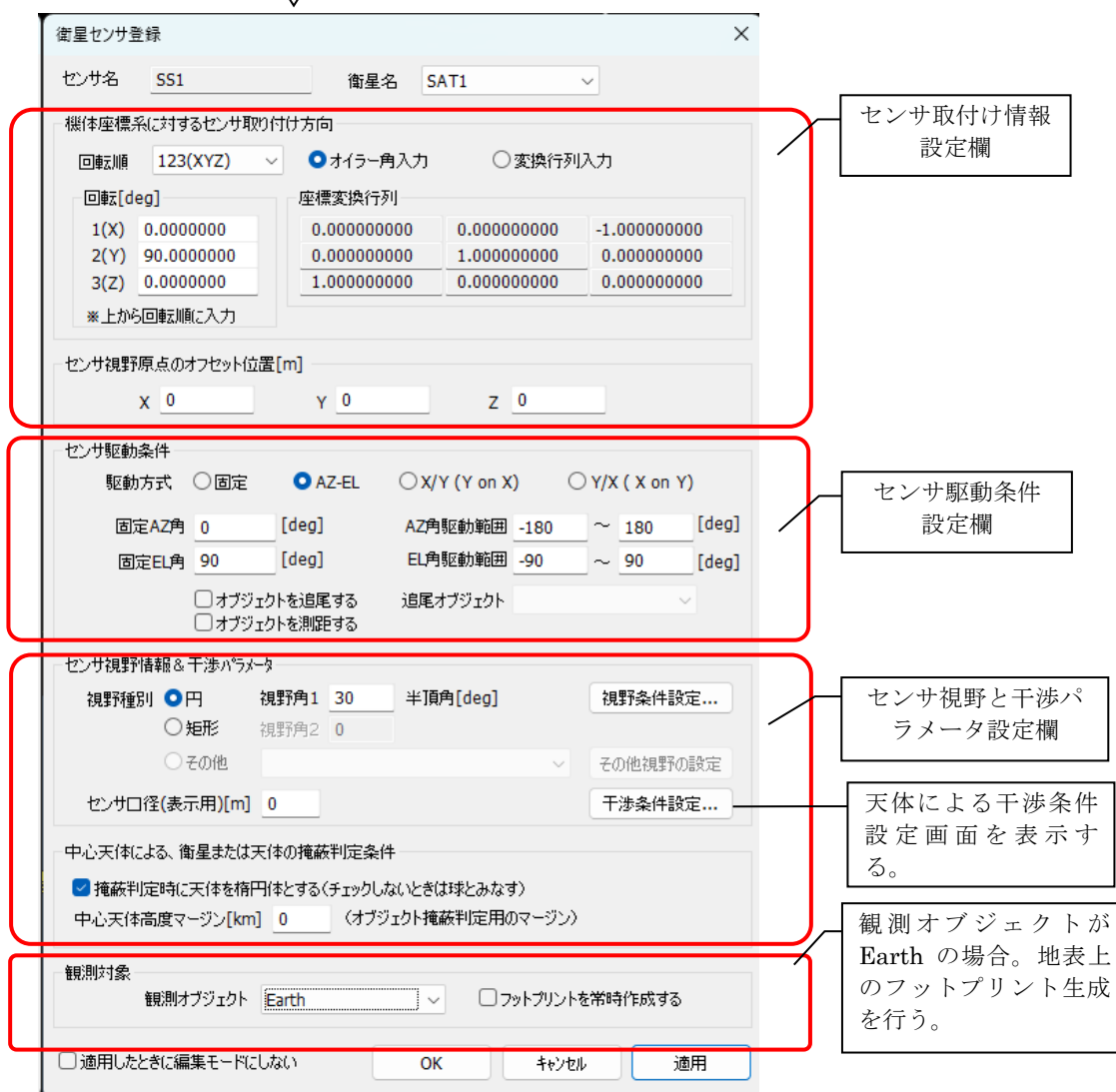


図 6-31 衛星センサ登録画面構成

¹ 機能拡張版では、特殊なセンサ用にメニュー構成が異なる場合があります。

■ センサ取付方向の設定

センサ取付方向は、衛星機体座標系に対するオイラー角で設定する方法と、機体座標系からセンサ座標系への座標変換行列成分を入力する方法があります。

図 6-32 衛星センサ登録画面／センサ取付方向入力欄

センサ取付方向入力欄の入力項目は、以下のようです。

表 6-7 センサ取り付け方向パラメータ

設定項目	説明
センサ名	英数字、32文字以内で入力する
衛星名	センサを取付ける衛星名が表示されます。
オイラー角入力／ 変換行列入力	入力方式を選択します。
回転順、回転角	オイラー角の場合、回転順「213(YXZ), 313(ZXZ)など」を選択し、上から回転順に各軸周りの回転角を入力します。 例えば、回転順が 213 であれば、 $2(\theta_Y)-1(\theta_X)-3(\theta_Z)$ の順に回転角を入力したとき、衛星機体座標系からセンサ架台座標系への変換行列 ${}^M\mathbf{T}_B$ は以下となります。 ${}^M\mathbf{T}_B = \mathbf{Z}(\theta_Z) \cdot \mathbf{X}(\theta_X) \cdot \mathbf{Y}(\theta_Y)$
座標変換行列	座標変換行列 ${}^M\mathbf{T}_B$ の成分を入力します。
X/Y/Z	センサ視野原点の衛星中心からのオフセット位置[m]を入力します。 本パラメータは、センサ視野 3D 表示画面で視野内の衛星構造物を表示し、構造物による視野干渉を確認する際に用います。

■ センサ駆動条件の設定

駆動機構を持つセンサの駆動条件として、AZ-EL、X/Y、Y/X を選択します。

図 6-33 衛星センサ登録画面／センサ駆動条件入力欄(AZ-EL 選択時)

駆動条件欄の入力項目は、以下のようです。

表 6-8 センサ駆動条件パラメータ

設定項目	説明
駆動方式	<p>以下から選択します。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・固定 ・AZ-EL ・X/Y (Y on X) ・Y/X (X on Y) <p>駆動方式については、「6.3.1 センサ座標系」を参照してください。</p>
固定方位角 固定仰角 固定 X 角 固定 Y 角	<p>駆動方式として AZ-EL を選択し、オブジェクトを追尾しない場合、方位角と仰角を指定し、センサ視野方向を特定の方向に固定することができます。</p> <p>また、X/Y や Y/X を選択した場合は、固定 X 角と固定 Y 角の入力に切り替わります。</p> <p>デフォルト値は、以下となります。</p> <p>固定方位角：0.0 固定仰角：90.0 固定 X 角：0.0 固定 Y 角：0.0</p>
方位角駆動範囲 仰角駆動範囲 X 角駆動範囲 Y 角駆動範囲	<p>駆動方式として AZ-EL を選択し、オブジェクトを追尾する場合、方位角と仰角の駆動範囲を制限することができます。</p> <p>同様に、X/Y や Y/X を選択した場合は、X 角と Y 角の駆動範囲を制限することができます。</p> <p>デフォルトの駆動範囲は、以下のようになります。</p> <p>方位角駆動範囲：-180 ～ 180 仰角駆動範囲：-90 ～ 90 X 角駆動範囲：-180 ～ 180 Y 角駆動範囲：-180 ～ 180</p> <p>また、オブジェクト追尾中に駆動範囲を超えた場合、超える直前の駆動角に固定され、センサの追尾ステータス(<i>sensor.TRACK</i>)は、0 となります。</p>
オブジェクトを追尾する	<p>チェックすると、対象オブジェクト選択メニューで選択したオブジェクトを追尾します。</p>
対象オブジェクト	<p>追尾対象のオブジェクトを選択します。</p>

■ センサ視野情報と干渉パラメータ

図 6-34 衛星センサ登録画面／センサ視野情報入力欄

入力項目は、以下のようです。

表 6-9 センサ視野パラメータ

設定項目	説明
視野タイプ	円、矩形を選択します。
視野角 1 視野角 2	視野タイプが円の場合、視野角 1 に視野円の半頂角を入力します。 視野タイプが矩形の場合は、視野角 1 にセンサ視野座標系の X 軸方向の視野角（半頂角）、視野角 2 に Y 軸方向の視野角（半頂角）を入力します。
センサ口径	表示用のパラメータであり、センサ視野コーンを表示する際、センサ視野原点における円錐台の口径に用います。
干渉条件設定	天体による干渉条件を設定します。 対象となる天体と干渉視野角を設定します。(図 6-35)

図 6-35 干渉視野条件設定画面

6.4 スクリプト編集

SVA には、以下のスクリプト制御機能が用意されています。

■ 衛星制御スクリプト

衛星制御スクリプトは、衛星の ΔV 制御や姿勢制御のロジックを利用者が記述するためのものであり、一般の演算式や関数の他、衛星制御用の各種関数や制御命令などが用意されています。

衛星制御スクリプトは、シミュレーションの各ステップにおいて、軌道位置・速度、姿勢などが更新された後、スクリプトの先頭から最後までが実行され、現在までの状態を基に、次のシミュレーションステップにおける各種制御量を算出することができます。

また、定義済みの衛星制御スクリプトは、衛星制御スクリプトファイルとして保存することができ、他のシミュレーションで流用することができます。

■ シナリオスクリプト

シミュレーション中の指定時刻におけるアクションを記述することにより、シミュレーション全体の制御を記述するものです。

衛星制御スクリプトでも同様の記述が可能ですが、制御計画が予め決められている場合に、より簡単にシナリオを記述することができます。

また、定義済みのシナリオスクリプトはシミュレーション定義ファイルに組込まれて、保存されます。

■ ユーザ変数定義スクリプト

ユーザ変数の値を算出するための簡易スクリプトです。

シミュレーション定義ファイルに組込まれて、保存されます。

6.4.1 衛星制御スクリプト

衛星制御スクリプトを編集するには、オブジェクトツリーから対象衛星の「スクリプト」をクリックし、「スクリプト制御」を選択します。

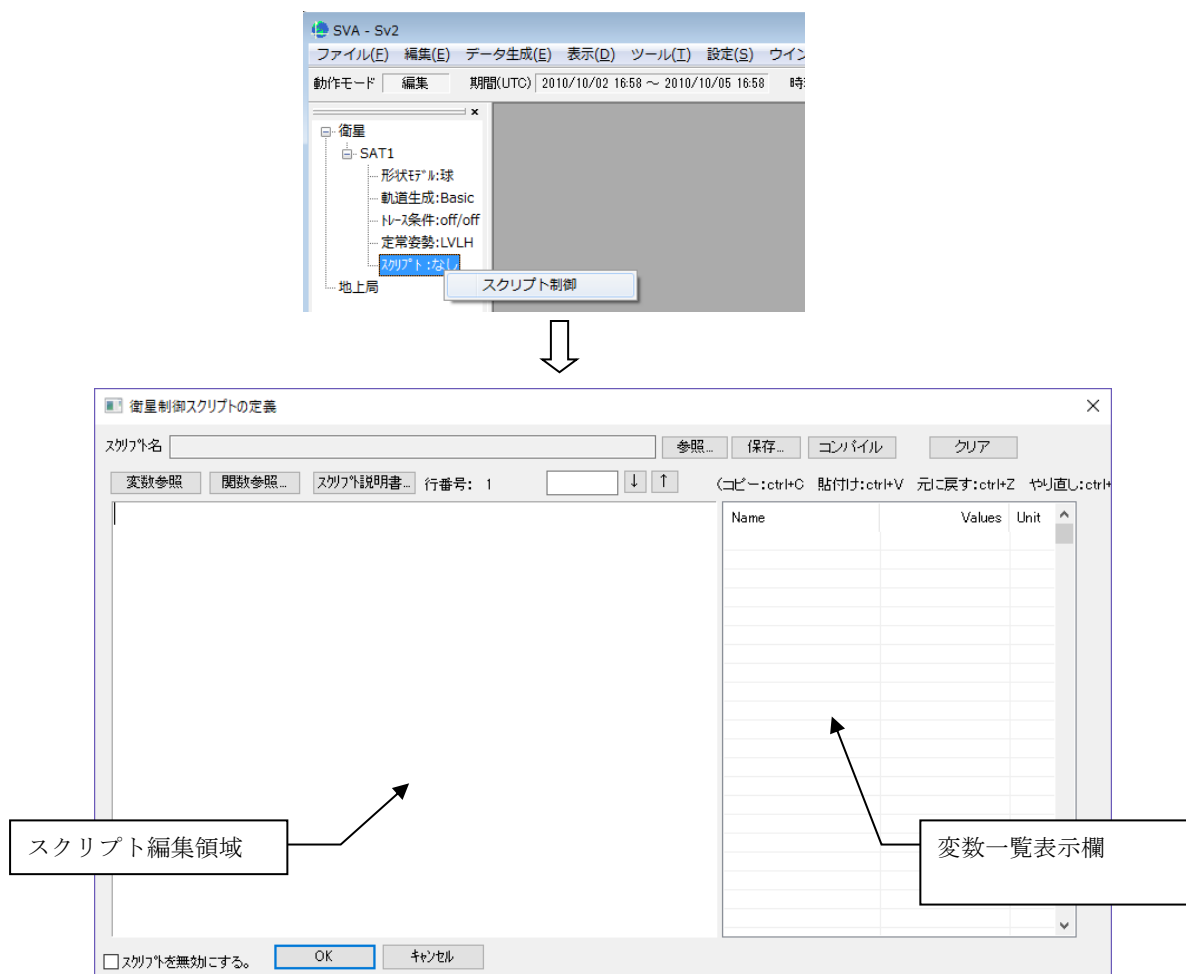


図 6-36 衛星制御スクリプト定義画面

画面上の操作ボタンについて以下に説明します。

表 6-10 衛星制御スクリプト画面操作項目一覧

ボタン	説明
参照...	保存済みのスクリプトを読み込みます。
保存...	編集中のスクリプトを保存します。
コンパイル	編集中のスクリプトの構文チェックを行います。
クリア	衛星に設定されたスクリプトをクリアし、本画面を閉じます。
変数参照	システム変数の一覧を表示します。
関数参照	関数一覧を表示します。
OK	編集を反映して本画面を閉じます。
キャンセル	編集をキャンセルして本画面を閉じます。
<input type="checkbox"/> スクリプトを無効にする	チェックした場合、一時的にスクリプトを無効化します。
文字列検索欄	検索文字列を入力し、上下矢印ボタンで前後の検索ができます。

■ 編集操作

編集中の画面イメージを以下に示します。

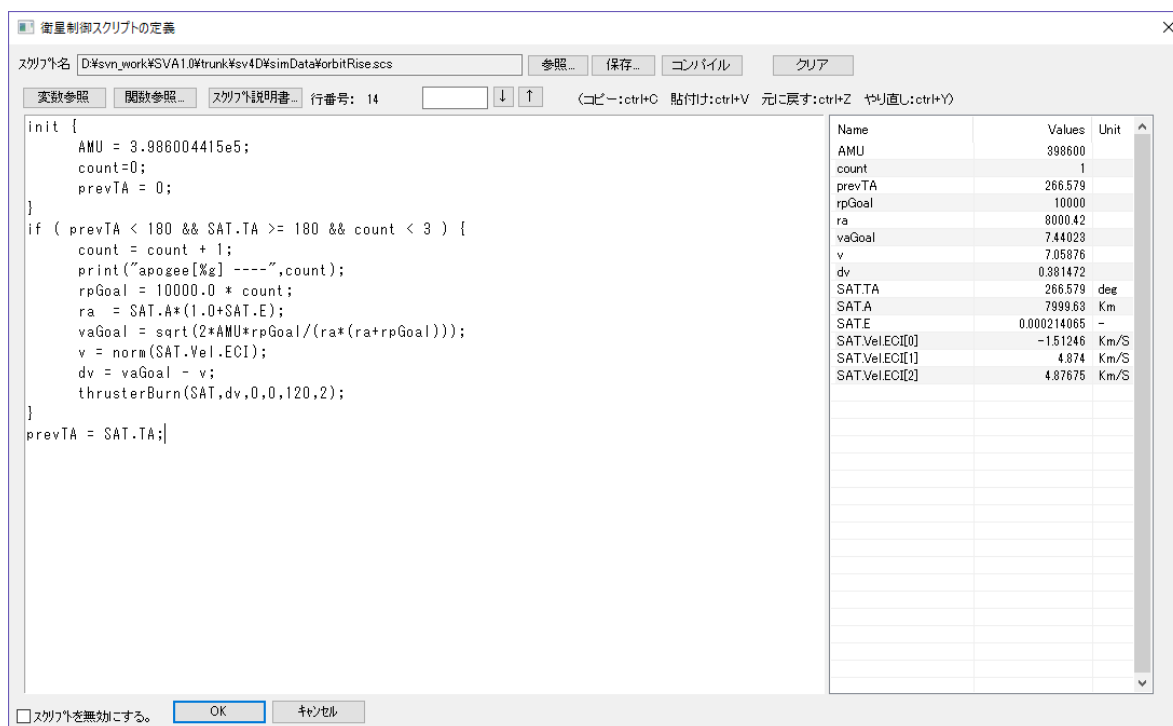


図 6-37 編集画面イメージ

編集操作における補足事項を以下に示します。

- ・ 編集画面を表示したまま、シミュレーションの実行操作が可能。
- ・ シミュレーション実行中の場合、変数一覧には、スクリプトで参照している全ての変数の値が表示される。
 - ※ シミュレーションのステップ毎に、スクリプト実行後の値が表示される。
- ・ 配列変数の表示は、3要素までとする。
- ・ 編集後、[コンパイル]ボタンを押すことにより、シミュレーションに反映される。
- ・ 編集画面は、画面の隅をドラッグすることにより、拡大縮小が可能。
- ・ 編集中に文字列の検索が可能。
 - 文字列入力欄に、検索文字列を入力後、上下矢印ボタンで前後に検索します。
- ・ 編集画面で以下のキー操作が可能です。
 - ctrl+C : 選択範囲をクリップボードにコピー
 - ctrl+V : クリップボードの内容をカーソル位置に張り付ける
 - ctrl+Z : 編集を元に戻す
 - ctrl+Y : 戻した編集を再実行する

■ システム変数の参照

衛星制御スクリプト定義画面で、「変数参照」ボタンをクリックすると、以下のシステム変数参照画面が表示されます。

システム変数により、衛星や天体の軌道データなどを、指定の座標系で参照することができます。

システム変数は、スクリプトの他、データ一覧画面やトレンドグラフにおいても参照します。

システム変数の一覧を付録1に示します。

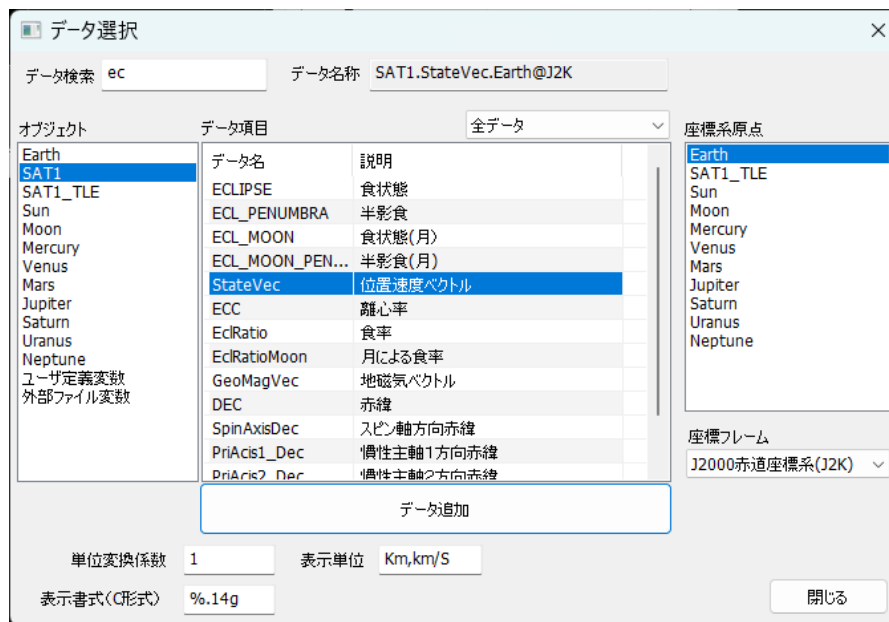


図 6-38 システム変数参照画面

オブジェクト、データ項目、座標系原点、座標フレームの順で選択し、「OK」ボタンをクリックすることで、衛星制御スクリプト定義画面編集領域のカーソル位置に、システム変数が転記されます。

また、データ検索欄で文字列を入力すると、データ名または説明欄に、当該文字列が含まれるデータに絞り込んで表示します。

■ 関数の一覧表示

衛星制御スクリプト定義画面で、「関数参照」ボタンをクリックすると、以下の関数一覧画面が表示されます。

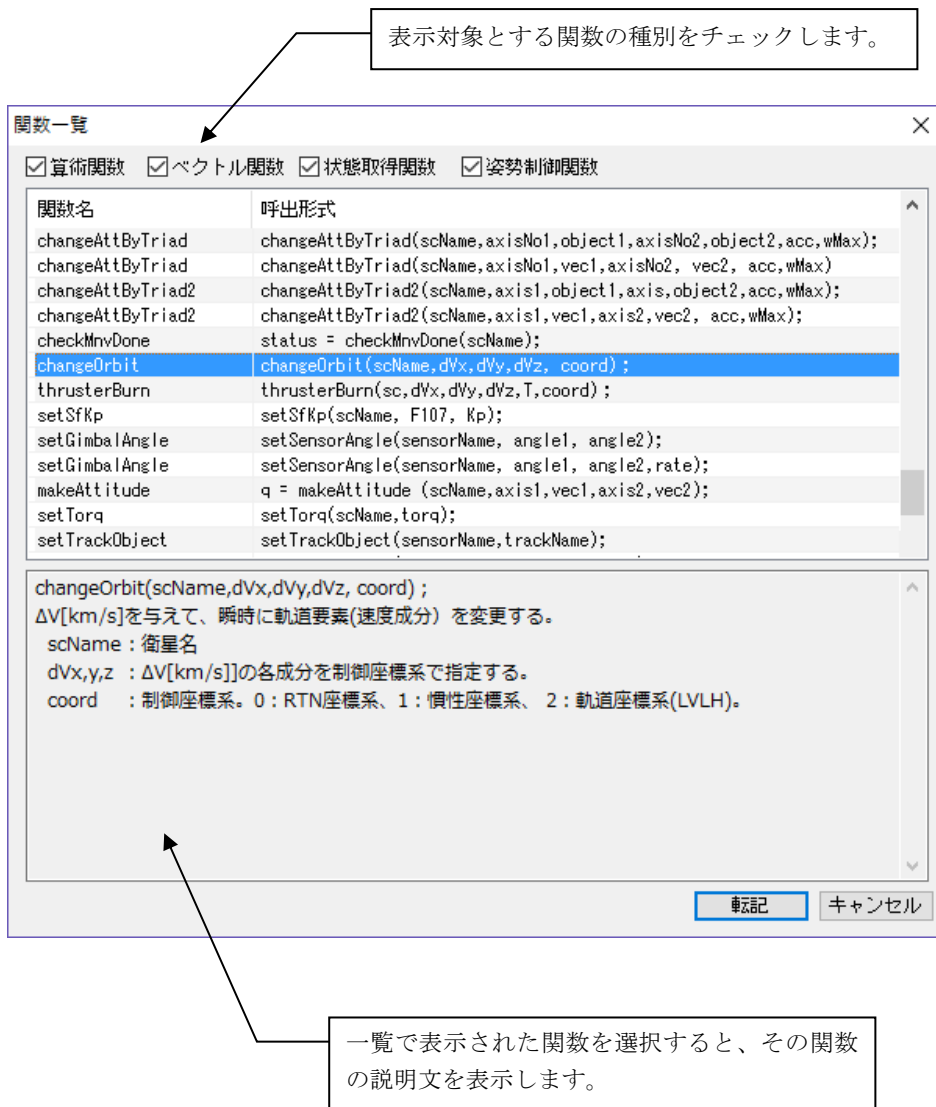


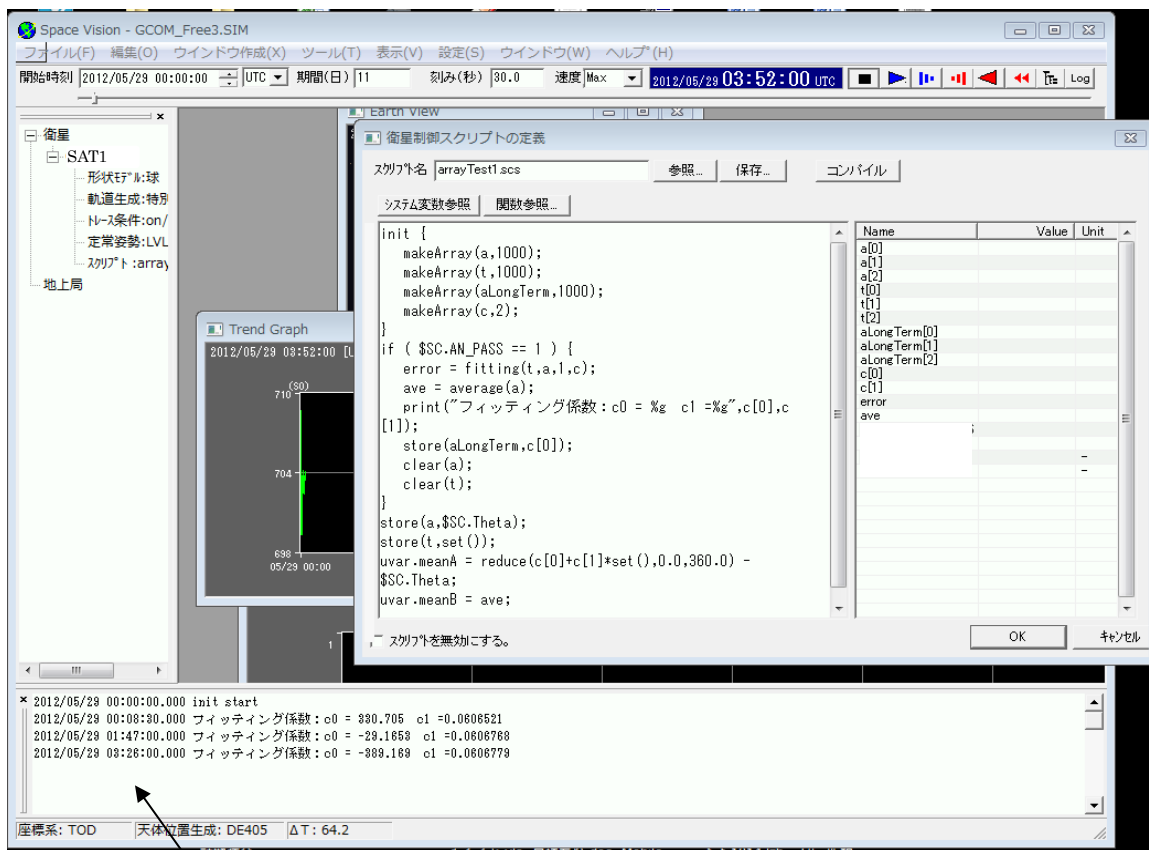
図 6-39 関数一覧

■ スクリプトのデバッグ

スクリプトのデバッグは、スクリプト定義画面の変数一覧と、スクリプト中に記述した `print` 文の出力を確認することによって行います。

`print` 文の出力は、以下のようなログ画面に出力されます。

また、ログ画面は、メイン画面の[log]ボタンにより表示/非表示を切替えることができます。



ログ画面。
`print` 文の出力や、エラーメッセージが表示される。

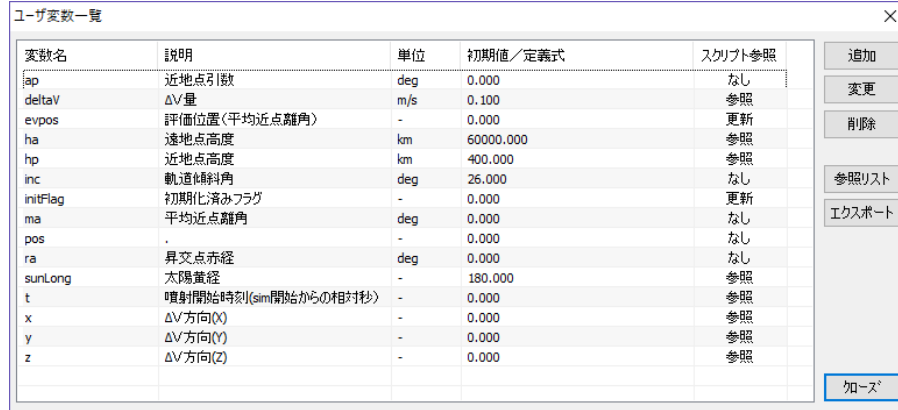
図 6-40 スクリプトのデバッグイメージ

6.4.2 ユーザ変数

ユーザ変数は、演算式や各種関数を用いた計算式により、ユーザ独自の変数を定義するものです。定義されたユーザ変数は、衛星姿勢制御スクリプトなどで参照することができます。

ユーザ変数の定義方法を以下に示します。

「オブジェクト編集」メニューから、「ユーザ変数」を選択することにより、以下のユーザ変数一覧画面が表示されます。



変数名	説明	単位	初期値/定義式	スクリプト参照
lap	近地点引数	deg	0.000	なし
deltaV	ΔV量	m/s	0.100	参照
evpos	評価位置(平均近点離角)	-	0.000	更新
ha	遠地点高度	km	60000.000	参照
hp	近地点高度	km	400.000	参照
inc	軌道傾斜角	deg	26.000	なし
initFlag	初期化済みフラグ	-	0.000	更新
ma	平均近点離角	deg	0.000	なし
pos	.	-	0.000	なし
ra	昇交点赤経	deg	0.000	なし
sunLong	太陽黄経	-	180.000	参照
t	噴射開始時刻(sim開始からの相対秒)	-	0.000	参照
x	ΔV方向(X)	-	0.000	参照
y	ΔV方向(Y)	-	0.000	参照
z	ΔV方向(Z)	-	0.000	参照

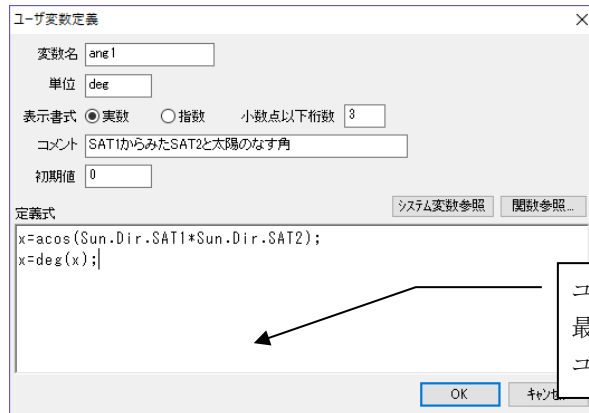
図 6-41 ユーザ変数一覧画面

新たなユーザ編集の登録や変更は、上記画面で「追加」／「変更」ボタンをクリックすることにより表示される、以下のユーザ変数定義画面で行います。

ユーザ変数定義画面では、変数名、単位、表示書式、変数の説明コメント、初期値、および変数の定義式を入力します。

ユーザ変数は、複数の衛星制御スクリプト間でグローバルな変数として、使用することができます。この場合、変数の定義式は空欄とし、初期値を与えます。

また、スクリプトから参照されているユーザ変数は、図 6-41 のユーザ変数一覧で確認することができます。



ユーザ変数定義

変数名: ang1
 単位: deg
 表示書式: 実数 指数 小数点以下桁数: 3
 コメント: SAT1からみたSAT2と太陽のなす角
 初期値: 0

定義式:

```
x=acos(Sun.Dir.SAT1*Sun.Dir.SAT2);
x=deg(x);|
```

OK キャンセル

ユーザ変数の定義式を記述します。
最後の代入文によって設定される値がユーザ変数値となります。

図 6-42 ユーザ変数定義画面

7 ツール機能

7.1 軌道イベント検索

食や昇交点／降交点通過などの軌道イベントを検索します。

軌道データ生成後、メニューバーから「データ生成」→「軌道イベント検索」を選択することにより、軌道イベント検索画面が表示されます。

Time(UTC)	Elapsed Sec	Sat	Event	Period/Lon.	Revo.	RSP	RAAN/AOL
2024-03-27 00:23:01.4...		SAT1	Earth Penum START	37:17			106.209
2024-03-27 00:23:09.4...		SAT1	Earth Unmbra STA...	37:01			106.748
2024-03-27 00:41:12.2...		SAT1	Passing D.N	344.951996		117	359.874
2024-03-27 01:00:11.1...		SAT1	Earth Unmbra END				256.848
2024-03-27 01:00:19.1...		SAT1	Earth Penum END				257.385
2024-03-27 01:25:40.3...	2668.145	SAT1	Passing A.N	153.834732	0	131	359.904
2024-03-27 01:51:50.4...		SAT1	Earth Penum START	37:17			106.234
2024-03-27 01:51:58.4...		SAT1	Earth Unmbra STA...	37:01			106.772
2024-03-27 02:10:00.8...	2660.490	SAT1	Passing D.N	322.749359		131	359.935
2024-03-27 02:29:00.1...		SAT1	Earth Unmbra END				256.873
2024-03-27 02:29:08.1...		SAT1	Earth Penum END				257.410
2024-03-27 02:54:29.0...	2668.145	SAT1	Passing A.N	131.632080	1	145	359.965
2024-03-27 03:20:39.4...		SAT1	Earth Penum START	37:17			106.258
2024-03-27 03:20:47.4...		SAT1	Earth Unmbra STA...	37:01			106.797
2024-03-27 03:38:49.5...	2660.490	SAT1	Passing D.N	300.546722		145	359.996
2024-03-27 03:57:49.1...		SAT1	Earth Unmbra END				256.897
2024-03-27 03:57:57.1...		SAT1	Earth Penum END				257.435
2024-03-27 04:23:17.6...	2668.145	SAT1	Passing A.N	109.429436	2	159	0.026

図 7-1 軌道イベント検索画面

イベント検索

対象衛星と検索するイベントの種別を指定し、検索実行ボタンを押すことで検索を実行します。検索結果は一覧形式で表示されます。

7.2 地上局イベント検索

地上局における衛星の可視時間を検索します。

軌道データ生成後、メニューバーから「データ生成」→「局イベント検索」を選択することにより、地上局検索画面が表示されます。

Stn	Sat	pass	Type	Start	End	Period[s]	AZ1[deg]	EL1[deg]	Range1[km]	AZ2[deg]	EL2[deg]	Range2[km]
Tokyo	SWARM_C	1392	EL>0.0	2025-04-06 02:52:20	2025-04-06 03:01:20	540.1	23.9	-0.1	2445.9	137.1	0.0	2417.
Tokyo	SWARM_C	1392	RFI(SWARM_A),ang=13.8	2025-04-06 02:52:20	2025-04-06 02:59:20	420.0	40.9	4.2	2009.2	131.4	-0.2	2443.
Tokyo	SWARM_C	1393	EL>0.0	2025-04-06 04:25:28	2025-04-06 04:35:40	611.9	-14.7	-0.0	2442.2	-155.9	-0.1	2427.
Tokyo	SWARM_C	1393	RFI(SWARM_A)(1),ang=9.2	2025-04-06 04:25:28	2025-04-06 04:29:08	220.0	-18.9	8.0	1705.1	-95.6	32.2	778.
Tokyo	SWARM_C	1393	RFI(SWARM_A)(2),ang=14.6	2025-04-06 04:30:48	2025-04-06 04:34:08	200.0	-139.5	18.4	1141.2	-161.2	-0.1	2432.
Tokyo	SWARM_C	1400	EL>0.0	2025-04-06 14:53:31	2025-04-06 15:01:15	464.7	125.9	-0.1	2428.8	33.2	-0.0	2438.
Tokyo	SWARM_C	1400	RFI(SWARM_A),ang=16.5	2025-04-06 14:53:31	2025-04-06 14:59:16	345.0	106.8	2.8	2131.5	37.6	-0.1	2451.
Tokyo	SWARM_C	1401	EL>0.0	2025-04-06 16:25:18	2025-04-06 16:35:56	638.2	-165.6	-0.0	2421.3	-7.3	0.0	2435.
Tokyo	SWARM_C	1401	RFI(SWARM_A)(1),ang=8.7	2025-04-06 16:25:18	2025-04-06 16:28:38	200.0	-166.3	8.5	1655.6	-102.8	50.7	564.
Tokyo	SWARM_C	1401	RFI(SWARM_A)(2),ang=11.5	2025-04-06 16:31:08	2025-04-06 16:34:18	190.0	-15.4	18.1	1156.9	-4.3	-0.2	2462.
Tokyo	SWARM_C	1407	EL>0.0	2025-04-07 02:16:34	2025-04-07 02:21:50	315.6	46.2	0.0	2432.9	105.2	-0.0	2432.
Tokyo	SWARM_C	1407	RFI(SWARM_A),ang=19.5	2025-04-07 02:16:34	2025-04-07 02:19:04	150.0	65.6	0.8	2346.7	93.2	-0.0	2432.
Tokyo	SWARM_C	1408	EL>0.0	2025-04-07 03:47:56	2025-04-07 03:58:44	648.8	-2.0	0.1	2427.6	-178.1	-0.0	2420.
Tokyo	SWARM_C	1408	RFI(SWARM_A)(1),ang=9.6	2025-04-07 03:47:56	2025-04-07 03:51:11	195.0	2.6	8.2	1689.2	31.4	62.2	500.
Tokyo	SWARM_C	1408	RFI(SWARM_A)(2),ang=10.1	2025-04-07 03:53:56	2025-04-07 03:57:01	185.0	172.7	18.8	1124.9	176.9	-0.0	2422.
Tokyo	SWARM_C	1409	EL>0.0	2025-04-07 05:24:12	2025-04-07 05:28:18	245.5	-53.3	0.0	2430.6	-98.5	-0.0	2431.
Tokyo	SWARM_C	1409	RFI(SWARM_A),ang=19.3	2025-04-07 05:24:12	2025-04-07 05:27:27	195.0	-72.0	3.2	2106.2	-109.2	-0.1	2439.
Tokyo	SWARM_C	1416	EL>0.0	2025-04-07 15:47:53	2025-04-07 15:58:40	647.0	172.5	0.0	2413.6	5.2	0.0	2436.
Tokyo	SWARM_C	1416	RFI(SWARM_A)(1),ang=12.6	2025-04-07 15:47:53	2025-04-07 15:50:58	185.0	162.9	7.7	1710.2	117.0	40.9	654.
Tokyo	SWARM_C	1416	RFI(SWARM_A)(2),ang=8.6	2025-04-07 15:53:38	2025-04-07 15:56:53	195.0	21.5	18.8	1127.9	8.0	-0.2	2454.
Tokyo	SWARM_C	1417	EL>0.0	2025-04-07 17:24:01	2025-04-07 17:30:36	394.5	-114.6	0.1	2417.6	-38.9	0.0	2432.
Tokyo	SWARM_C	1417	RFI(SWARM_A),ang=18.0	2025-04-07 17:24:01	2025-04-07 17:29:16	315.0	-97.9	5.2	1914.3	-33.0	-0.2	2455.
Tokyo	SWARM_C	1423	EL>0.0	2025-04-08 03:10:43	2025-04-08 03:21:11	627.7	10.6	0.0	2437.5	159.9	-0.1	2430.

図 7-2 地上局イベント検索画面

(1) 検索条件設定

以下の検索条件を指定します。

(a) 地上局、衛星

検索対象とする地上局と衛星を選択します。太陽と月を指定することもできます。

(b) 可視条件

可視条件として可視1と可視2を検索可能です。それぞれの仰角閾値をEL欄で指定します。可視1は常に検索され、他のイベントは可視1の期間ないで検索されません。

(c) スカイライン通過

スカイラインデータ（方位角と仰角の点列）が定義された局では、スカイラインによる可視期間を検索指定することができます。

(d) トリップゾーン通過

トリップデータ（方位角と仰角）が定義された局では、トリップゾーンによる可視期間を検索指定することができます。

(e) 太陽電波干渉

太陽電波干渉期間を検索することができます。

地上局から見て、太陽方向と衛星方向のなす角が閾値以下の場合に、干渉ありと判定します。

(f) 子午線通過

地上局における子午線通過時刻を算出します。

(g) 最大仰角

最大仰角となる時刻と方位角、仰角を算出します。

(h) 他衛星電波干渉

他衛星との電波干渉期間を検索します。

検索対象の衛星は「干渉衛星設定..」ボタンを押し、表示される衛星一覧で選択します。

また、干渉条件となる衛星間の離角閾値[deg]と、検索間隔[s]を指定します。

(i) 光学可視条件

可視1と可視2の条件として、光学的に可視であることを指定することができます。

光学的に可視とは、可視期間中に、地上局の夜で、衛星が食でないことが条件となります。また、地上局の夜は、指定した太陽の仰角条件により判定されます。

(2) 検索実行

地上局と対象衛星（天体を含む）、検索するイベントの種別を指定し、検索実行ボタンを押すことで検索が実行されます。

基本の可視時間は、「可視1」であり、可視1は常に検索対象となります。可視1の可視仰角はデフォルトで0度ですが、変更することもできます。

(3) ファイル出力

検索実行後、「ファイル出力」ボタンをクリックすることで、地上局イベント情報をテキストファイルに出力することができます。

(4) アンテナ予報値計算

検索実行後、アンテナ予報値をファイル出力することができます。

「アンテナ予報値出力」ボタンをクリックすると以下の画面が表示されます。

以下の手順で出力を行います。

- ① 参照ボタンを押すとフォルダ指定画面が表示されますので、出力先フォルダを選びます。
- ② 必要に応じて、アンテナ予報値出力間隔を入力します。デフォルトは1秒です。
- ③ 出力ボタンをクリックすることで、アンテナ予報値ファイルが指定したフォルダに出力されます。

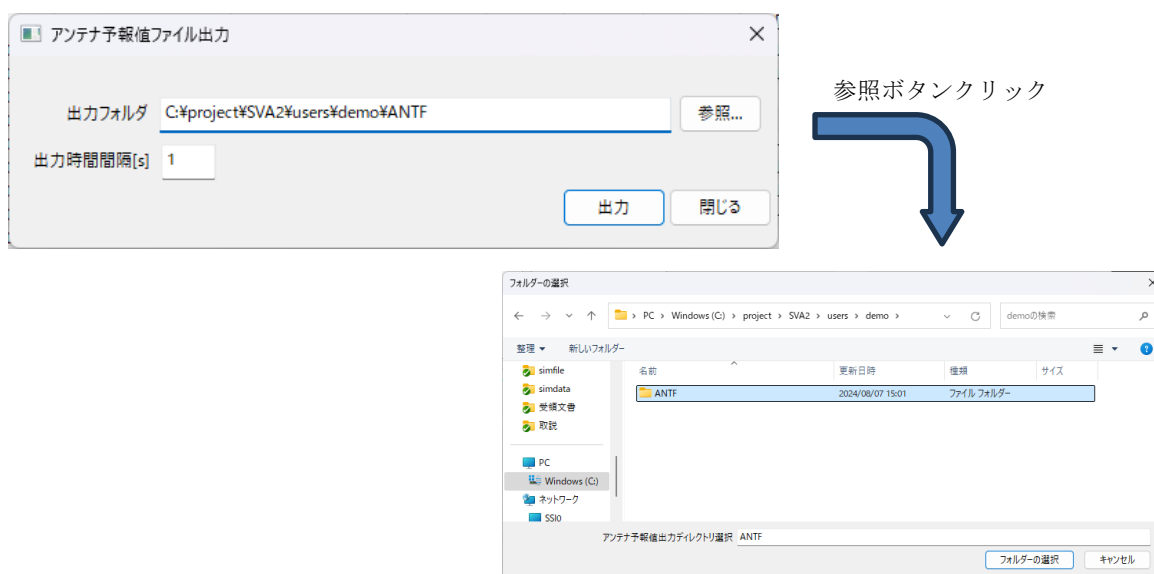


図 7-3 アンテナ予報値出力手順

アンテナ予報値は、可視パス毎に1つのファイルに格納されます。

ファイル名は以下となります。

ANT_\$(stn)_\$(sat)_\$(ts)_\$(te).txt

上記において、\$(stn)=局名、\$(sat)=衛星名、\$(ts)=開始時刻、\$(te)=終了時刻となります。

開始/終了時刻の形式は、YYYYMMDDhhmmss です。

アンテナ予報値ファイルには可視パス期間について、以下のデータが出力されます。

- ・時刻(UTC)
- ・AZ 角[deg]
- ・EL 角[deg]
- ・Range[km]
- ・RangeRate[km/s]

7.3 センサ干渉情報検索

衛星センサに対する天体の干渉情報を検索します。

軌道データ生成後、メニューバーから「データ生成」→「センサ干渉情報検索」を選択することにより、センサ干渉情報検索画面が表示されます。

No.	センサ	干渉対象	干渉開始時刻	干渉終了時刻	期間[mm:ss]
1	SS1	Moon	2024-03-27 00:17:26	2024-03-27 00:26:01	8:35
2	SS1	Moon	2024-03-27 01:46:18	2024-03-27 01:54:42	8:24
3	SS1	Moon	2024-03-27 03:15:11	2024-03-27 03:23:23	8:11
4	SS1	Moon	2024-03-27 04:44:13	2024-03-27 04:52:01	7:48
5	SS1	Moon	2024-03-27 06:13:23	2024-03-27 06:20:39	7:15
6	SS1	Moon	2024-03-27 07:42:35	2024-03-27 07:49:14	6:39
7	SS1	Moon	2024-03-27 09:11:50	2024-03-27 09:17:48	5:57
8	SS1	Moon	2024-03-27 10:41:08	2024-03-27 10:46:17	5:09
9	SS1	Moon	2024-03-27 12:10:32	2024-03-27 12:14:42	4:09
10	SS1	Moon	2024-03-27 13:40:07	2024-03-27 13:42:54	2:47
11	SS1	Moon	2024-04-06 00:47:09	2024-04-06 00:50:08	2:59

図 7-4 センサ干渉情報検索画面

対象衛星とセンサを指定し、検索実行ボタンを押すことで検索が実行されます。

検索するセンサは、「図 6-35 干渉視野条件設定画面」で、干渉天体が指定されたセンサが対象となります。

7.4 軌道暦ファイル出力

衛星の軌道暦や天体位置の時系列データを出力することができます。

軌道データ生成後、メニューバーから「ツール」→「軌道暦データ出力」を選択することにより、以下の軌道暦データ出力画面が表示されます。

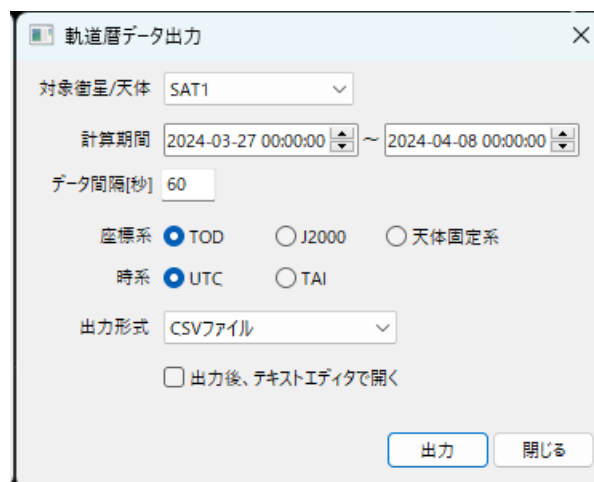


図 7-5 軌道暦データ出力画面

衛星を選択した場合、出力形式として CSV ファイルまたは CCSDS-OEM 形式を指定することができます。

7.5 相対軌道制御計画作成（評価版）

本機能は、ターゲット衛星への接近制御計画を作成するものです。軌道モデルには2体問題を使用し、 ΔV （速度増分）はインパルス近似を用いて計算します。本計画では、ターゲット衛星に対する初期の ROE（相対軌道要素）を、最小の ΔV で目標の ROE へ遷移させる解を算出します。

なお、本機能は評価版であり、精度等について保証するものではありません。

(1) 基準衛星選択画面

本機能はメニューバーの「ツール」→「相対軌道制御計画...」を選択することにより起動され、最初に制御対象衛星と基準衛星となる衛星（ターゲット衛星）を選択します。

基準衛星として、制御対象衛星自身を指定することができ、接近する他の衛星からの離脱制御計画を作成することができます。

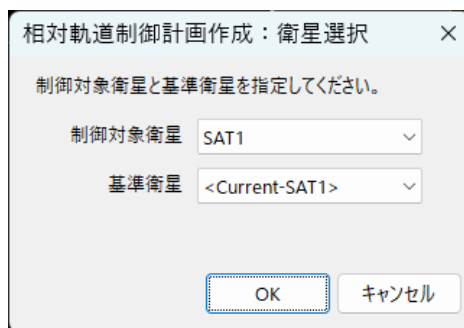


図 7-6 基準衛星選択画面

(2) 相対軌道制御計画作成画面

上記(1)で基準衛星選択後、相対軌道制御計画画面が表示されます。
以下に画面構成を示します。

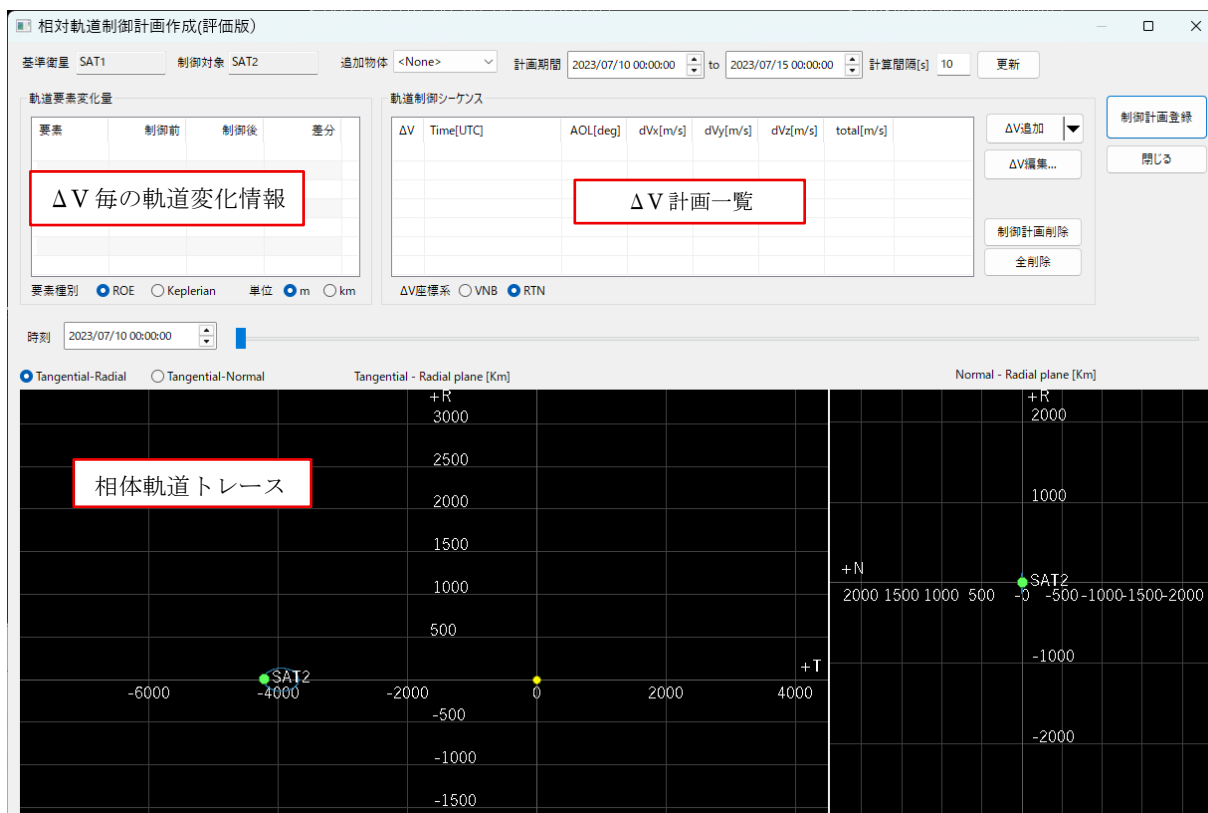


図 7-7 相対軌道制御計画画面

画面の表示内容と操作項目について以下に説明します。

表 7-1 相対軌道制御計画画面 項目一覧

No.	パラメータ	説明
1	基準衛星	現在の基準衛星を表示します
2	対象衛星	軌道制御対象衛星を表示します。
3	追加物体	相対軌道トレース画面に表示する他の接近衛星を選択します。
4	計画期間	計画期間を表示します。シミュレーション期間が初期表示され、変更することができます。更新ボタンで適用されます。
5	計算間隔[s]	相対軌道トレースの計算間隔を指定します。更新ボタンで適用されます。
6	更新ボタン	計画期間と計算間隔の設定値を計画機能に適用します。
7	軌道要素変化量	各 ΔV の前後における軌道要素 (ケプラーリアンまたは ROE) を表示します。
8	軌道制御シーケンス	各 ΔV の ΔV 時刻と ΔV 量の一覧を表示します。

No.	パラメータ	説明										
9	ΔV 追加ボタン	<p>以下の ΔV 計画種別メニューを表示します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Δ 計画種別</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>マニュアル制御</td> <td>ΔV ベクトルを入力します。 入力は数値の他、スライダ操作で指定できます。</td> </tr> <tr> <td>面外制御</td> <td>δix と δiy を制御対象として面外制御計画を作成します。</td> </tr> <tr> <td>面内制御</td> <td>$\delta a, \delta \lambda, \delta ex, \delta ey$ を制御対象として面内制御計画を作成します。</td> </tr> <tr> <td>面内+面外制御</td> <td>ROE 6 成分を制御対象として面内+面外制御計画を作成します。</td> </tr> </tbody> </table>	Δ 計画種別	内容	マニュアル制御	ΔV ベクトルを入力します。 入力は数値の他、スライダ操作で指定できます。	面外制御	δix と δiy を制御対象として面外制御計画を作成します。	面内制御	$\delta a, \delta \lambda, \delta ex, \delta ey$ を制御対象として面内制御計画を作成します。	面内+面外制御	ROE 6 成分を制御対象として面内+面外制御計画を作成します。
Δ 計画種別	内容											
マニュアル制御	ΔV ベクトルを入力します。 入力は数値の他、スライダ操作で指定できます。											
面外制御	δix と δiy を制御対象として面外制御計画を作成します。											
面内制御	$\delta a, \delta \lambda, \delta ex, \delta ey$ を制御対象として面内制御計画を作成します。											
面内+面外制御	ROE 6 成分を制御対象として面内+面外制御計画を作成します。											
10	ΔV 編集ボタン	ΔV 計画一覧で選択した ΔV についてマニュアル操作で調整を行います。										
11	ΔV 削除ボタン	ΔV 計画一覧で選択した ΔV を削除します。										
12	全削除ボタン	ΔV 計画一覧の全 ΔV を削除します。										
13	制御計画登録	計画された ΔV を ΔV コマンドとして登録します。 登録された ΔV コマンドは、SVA2 の軌道生成時に反映され、軌道制御シミュレーションを行うことができます。										
14	時刻	ΔV 時刻を入力します。タイムスライダーでの入力ができます。 指定した ΔV 時刻は、 ΔV 追加ボタンで表示される各種計画画面での計画開始時刻として扱われます。										
15	相対軌道トレース	基準衛星を原点にした相対軌道トレースを、ROE ベースで表示します。										

(3) マニュアル制御画面

ΔV 追加メニューで「マニュアル制御」を選択することで表示されます。

aROE[km]	Before	After
aδa	0.012	-49.884
aδL	-3957.375	-3957.447
aδex	120.419	106.724
aδey	61.514	11.952
aδix	-0.002	0.000
aδiy	0.001	-0.000
DR[m/s]	-0.001	5.456

図 7-8 マニュアル制御画面

表 7-2 マニュアル制御画面 項目一覧

No.	パラメータ	説明
1	ΔV 時刻	ΔV 実施時刻を入力します
2	緯度引数	ΔV 時刻における緯度引数を表示します
3	座標系	ΔV 座標系として、RTN/VNB/J2000 を選択します。
4	ΔV ベクトル成分	数値またはスライダーで入力します。 入力した ΔV は即時に相対軌道トレース画面に反映されます。
5	[+/-] ボタン	スライダの入力精度を上げ/下げします。
6	aROE 変化量	ΔV による aROE の変化を表示します。 aROE は、ROE に基準衛星の軌道長半径を乗じて km 単位にした量です。
7	計画作成ボタン	ΔV 計画を反映します。 ※ ΔV 入力時に既に反映されているが、再確認の程度の機能。
8	確定ボタン	入力した ΔV を確定します。 確定した ΔV 情報は、相対軌道制御計画画面 (図 7-7) の軌道制御シーケンス欄に表示されます。
9	キャンセルボタン	入力した ΔV をキャンセルします。

(4) 面内制御計画作成 画面

(a) 概要

ΔV 追加メニューで「面内制御」を選択することで面内制御計画画面が表示されます。

本画面は、相対軌道要素 ($a \cdot ROE$) に基づき、面内軌道の修正に必要なマヌーバ計画を作成する機能です。現在の $a \cdot ROE$ に対し、目標とする面内成分 ($a\delta a$, $a\delta\lambda$, $a\delta ex$, $a\delta ey$) および制御の期間 (開始・到達時刻) を指定することで、指定された回数での最適な制御計画を算出・表示します。

The screenshot shows a dialog box titled "面内制御計画作成" (In-plane Control Plan Creation). It contains the following elements:

- 計画開始時刻 (Plan Start Time): 2023/07/10 00:00:00
- 到達時刻 (Arrival Time): 2023/07/12 23:48:12
- Current aROE values (a・ROE [km] 現在値):
 - a δa : 0.0060
 - a $\delta\lambda$: -3957.3799
 - a δex : 120.6648
 - a δey : 58.5832
 - a δix : -0.0015
 - a δiy : -0.0018
- Target aROE values (a・ROE [km] 目標値):
 - a δa : 0.0000
 - a $\delta\lambda$: 0.0000
 - a δex : 0.0000
 - a δey : 0.0000
 - a δix : -0.0015
 - a δiy : -0.0018
- ΔV 回数 (Number of ΔV maneuvers): 3
- ΔV リスト (Delta V List) table:

#	dVx[m/s]	dVy[m/s]	dVz[m/s]
△V リスト			
- 総 ΔV [m/s] (Total ΔV): 0.0000
- Buttons: 計画作成 (Create Plan), 確定 (Confirm), キャンセル (Cancel)

図 7-9 面内制御計画作成画面

表 7-3 面外制御画面 項目一覧

No.	パラメータ	説明
1	計画開始時刻	制御計画開始時刻を指定します。 最初の ΔV はこの時刻以降で実施されます。
2	到達時刻	目標の ROE に到達する時刻を指定します。
3	aROE 現在値	aROE の現在値[km]を表示します。 aROE は、ROE に基準衛星の軌道長半径を乗じて km 単位にした量です。
4	aROE 目標値	目標とする aROE[km]を入力します。
5	ΔV 回数	ΔV の回数を指定します。3 回を指定したときには、トータルの ΔV 量を最小にする計画を作成します。
6	計画作成ボタン	クリックすると、計画作成を開始します。 目標値を変更して、繰り返し計画を作成することができます。
7	確定ボタン	ΔV 計画を確定します。
8	キャンセルボタン	作成した計画をキャンセルします。

(b) 計画結果表示

ΔV 計画作成結果は、 ΔV 制御シーケンス画面に一覧表示され、また、 ΔV による軌道トレースが描画されます。

以下の例では、目標 $aROE=[0, 0, 60, -30]$ として、基準衛星を周回する軌道に遷移しています。

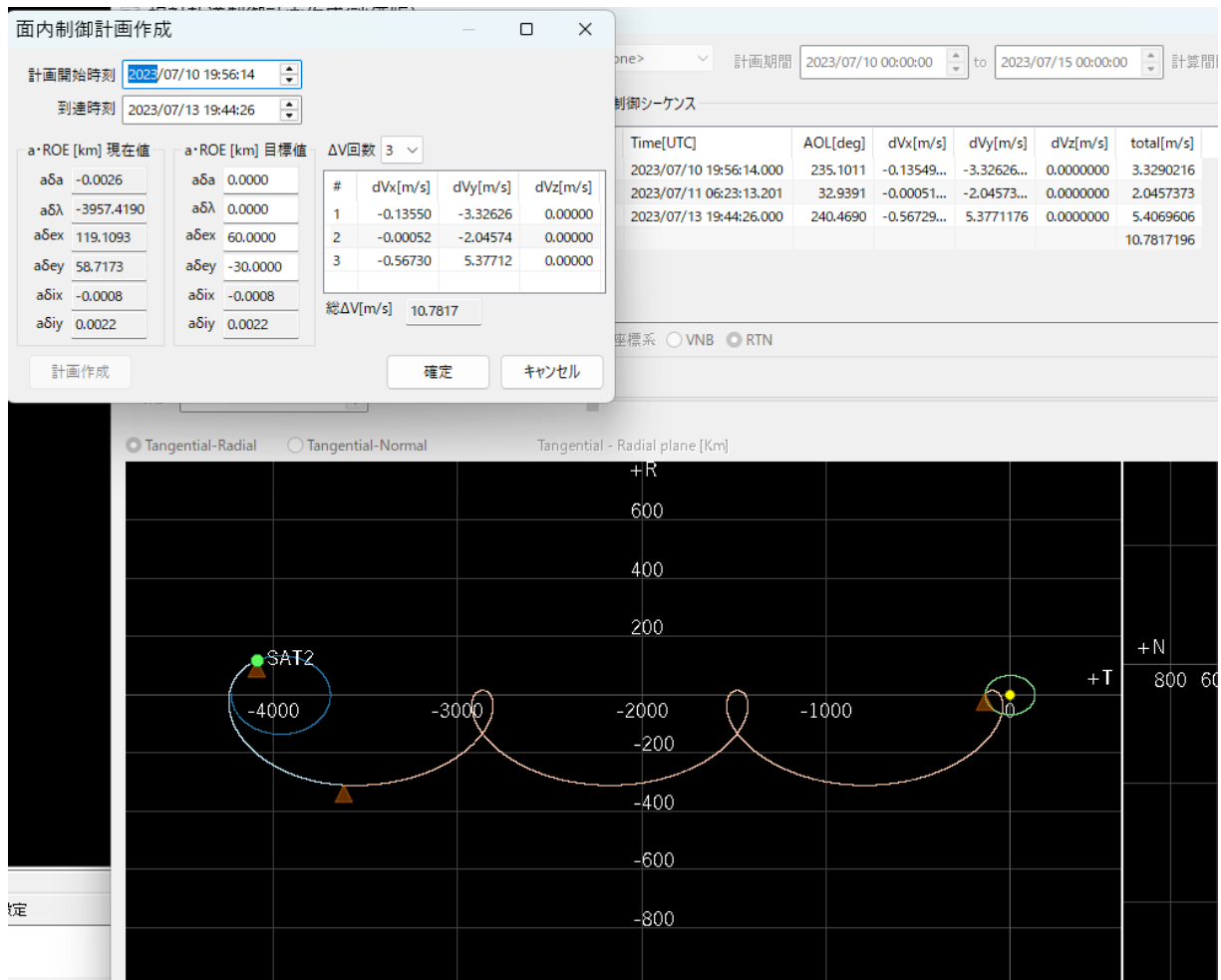


図 7-10 面内制御計画作成結果

(5) 面外制御計画作成

(a) 概要

ΔV 追加メニューで「面外制御」を選択することで面外制御計画画面が表示されます。

本画面は、相対軌道要素 ($a \cdot ROE$) に基づき、面外の軌道修正に必要なマヌーバ計画を作成する機能です。現在の $a \cdot ROE$ に対し、目標とする面内成分 ($a\delta_{ix}$, $a\delta_{iy}$) 制御の期間 (開始・到達時刻) を指定することで面外制御計画を算出・表示します。

図 7-11 面外制御計画作成画面

表 7-4 面外制御画面 項目一覧

No.	パラメータ	説明
1	計画開始時刻	制御計画開始時刻を指定します。 最初の ΔV はこの時刻以降で実施されます。
2	aROE 現在値	aROE の現在値[km]を表示します。 aROE は、ROE に基準衛星の軌道長半径を乗じて km 単位にした量です。
3	aROE 目標値	目標とする aROE[km]を入力します。 面外制御計画の場合、 $a\delta_{ix}$ と $a\delta_{iy}$ 成分が指定できます。
4	ΔV 回数	1 回または 2 回を選択します。
5	実施位置	最初の ΔV を実施する位置として、昇交点または降交点を指定します。 実施タイミングは、計画開始時刻以降の最初の昇交点または降交点通過時刻となります。
6	計画作成	ΔV 計画を作成します。
7	確定ボタン	ΔV 計画を確定します。
8	キャンセルボタン	作成した計画をキャンセルします。

(b) 面外制御計画結果表示

初期の aROE の面外成分($a\delta_{ix}$, $a\delta_{iy}$)= $[100.0143, 50.091]$ に対して、2回の ΔV により、($a\delta_{ix}$, $a\delta_{iy}$)の目標値= $[0,0]$ としたときの例をXXに示す。

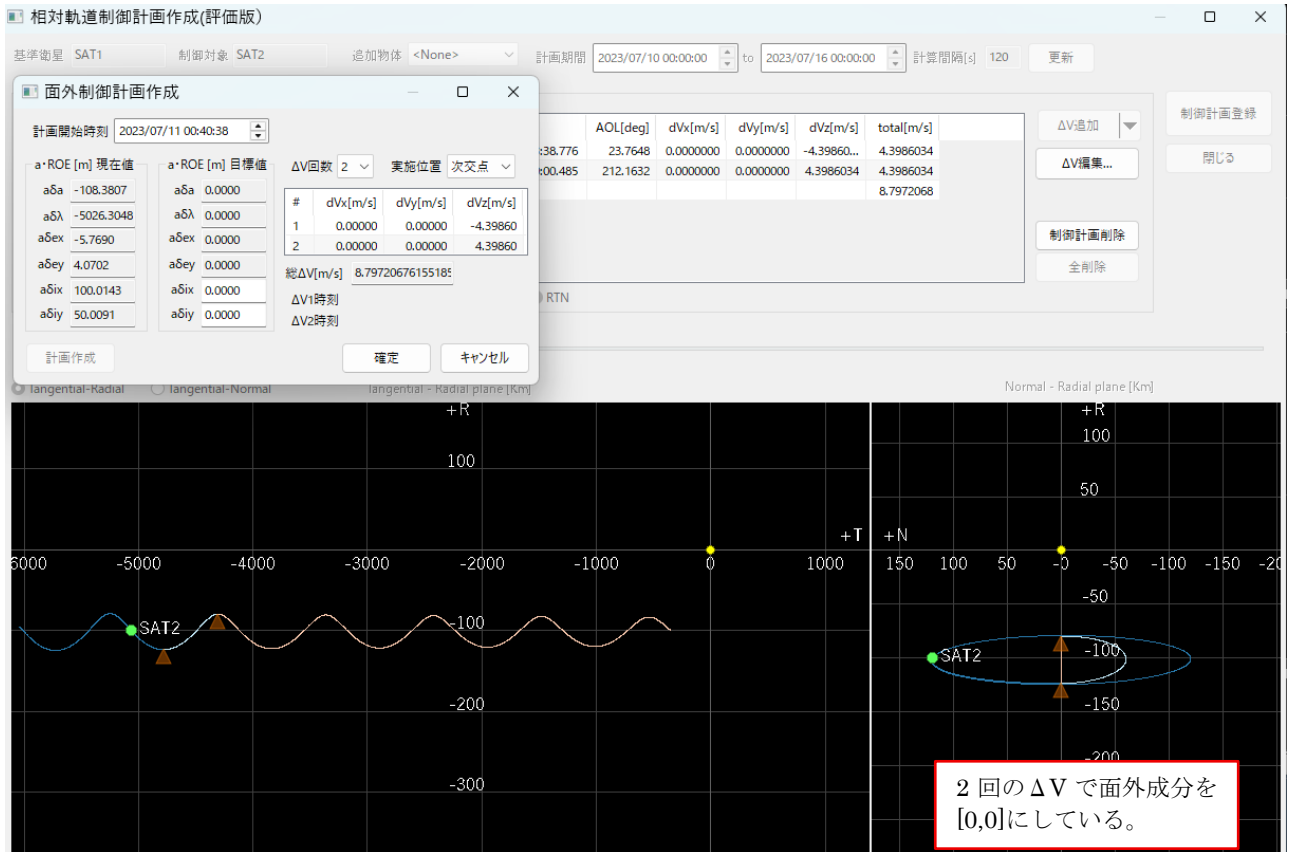


図 7-12 面外制御計画作成結果

(6) 面内+面外制御計画画面

ΔV 追加メニューで「面内+面外制御」を選択することで面内+面外制御計画画面が表示されます。

本画面は、相対軌道要素 ($a \cdot ROE$) に基づき、全 6 成分の修正に必要なマヌーバ計画を作成する機能です。現在の $a \cdot ROE$ に対し、目標とする面内成分 ($a\delta a$, $a\delta\lambda$, $a\delta ex$, $a\delta ey$, $a\delta ix$, $a\delta iy$) および制御の期間 (開始・到達時刻) を指定することで、指定された回数での最適な制御計画を算出・表示します。

図 7-13 面内+面外制御計画作成画面

表 7-5 面内+面外制御画面 項目一覧

No.	パラメータ	説明
1	計画開始時刻	制御計画開始時刻を指定します。 最初の ΔV はこの時刻以降で実施されます。
2	到達時刻	目標の ROE に到達する時刻を指定します。
3	aROE 現在値	aROE の現在値[km]を表示します。 aROE は、ROE に基準衛星の軌道長半径を乗じて km 単位にした量です。
4	aROE 目標値	目標とする aROE[km]を入力します。
5	ΔV 回数	ΔV の回数を指定します。3 回を指定したときには、トータルの ΔV 量を最小にする計画を作成します。
6	計画作成ボタン	クリックすると、計画作成を開始します。 目標値を変更して、繰り返し計画を作成することができます。
7	確定ボタン	ΔV 計画を確定します。
8	キャンセルボタン	作成した計画をキャンセルします。

(7) 登録された軌道制御計画の編集

軌道制御計画情報は、シミュレーションオブジェクトツリーの衛星ノードで「 ΔV コマンド」を選択することにより、軌道制御コマンド一覧画面に一覧表示される。

軌道制御コマンド一覧画面では、軌道制御パラメータの直接編集や外部ファイルのエクスポートが可能である。

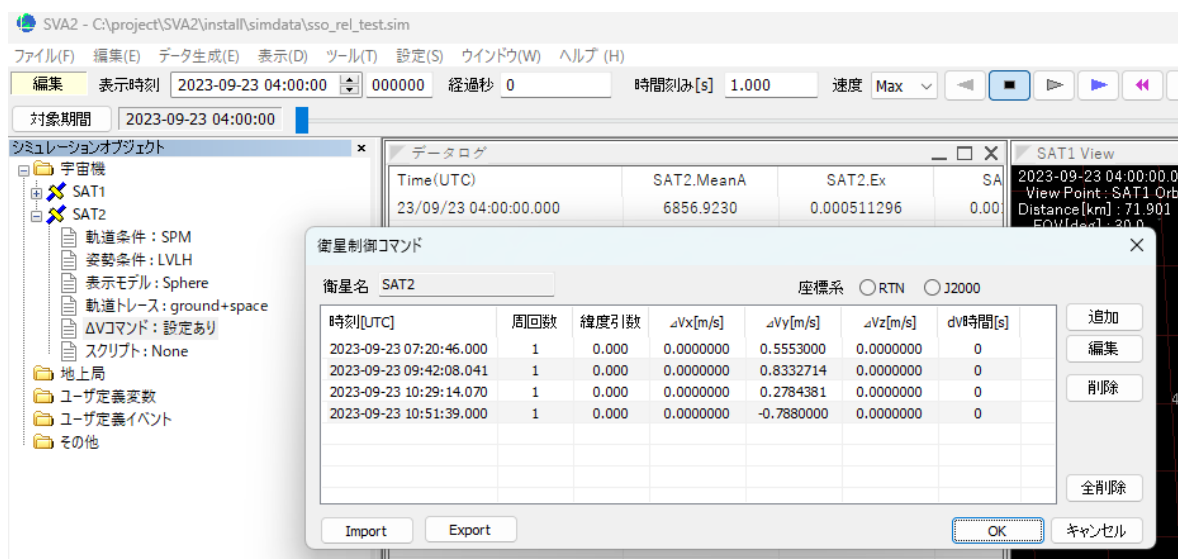


図 7-14 軌道制御計画一覧画面

7.6 スペースデブリ接近情報検索

衛星とスペースデブリの接近情報を検索します。

軌道データ生成後、メニューバーから「ツール」→「デブリ接近情報検索」を選択することにより、以下のスペースデブリ接近情報検索画面が表示されます。

時刻[UTC]	対象衛星	衛星/デブリ名	誤差楕円距離[km]	距離[km]	速度[km/s]
2024-03-27 00:16:21.684	SAT1	DMSP_5D_2_F13_DEB	84.0524	85.0534	0.0673448
2024-03-27 00:33:36.684	SAT1	STARLINK_30059	39.0491	40.0492	0.113497
2024-03-27 01:26:34.691	SAT1	JINZIJING_1_03	48.0841	49.1063	-0.0290641
2024-03-27 00:47:51.215	SAT1	COSMOS_1408_DEB	54.9292	55.9356	0.00525852
2024-03-27 01:09:42.543	SAT1	SL_24_DEB	58.7353	59.8123	0.0950468
2024-03-27 03:55:50.512	SAT1	DMSP_5D_2_F12_DEB	37.2537	38.5045	0.145836
2024-03-27 02:29:54.496	SAT1	SPACEBEE_118	80.6072	81.6929	0.0350105
2024-03-27 02:41:23.207	SAT1	GLOBAL_18	95.1021	96.4218	-0.0722001
2024-03-27 02:45:01.059	SAT1	STARLINK_2187	67.9146	69.1974	2.95365
2024-03-27 03:33:06.098	SAT1	CAPE_3	48.5572	50.3949	-0.0609508
2024-03-27 04:03:37.387	SAT1	BRO_3	69.9582	71.2592	0.199086
2024-03-27 07:18:39.496	SAT1	OBJECT_C	28.6365	29.6575	0.237214

図 7-15 スペースデブリ接近情報検索画面

対象衛星と距離閾値、デブリの軌道誤差を入力することで、検索を開始します。

衛星の軌道誤差は、「図 6-4 宇宙機軌道条件入力画面」の軌道誤差設定ボタンを押すことで表示される軌道誤差設定画面で指定します。

また、デブリ情報は、space-track.orgで公開されている TLE バルクデータを用います。

TLE バルクデータの指定は、オブジェクトツリーから「その他」ノードで、「デブリセットの追加」をクリックすると表示されるスペースデブリ登録画面で行います。

図 7-16 スペースデブリ登録画面

7.7 TLE 生成機能

軌道データを入力し、最小二乗法を用いて TLE を決定します。

入力となる軌道データは、特別摂動法により生成したデータの他、他システムで作成した軌道暦ファイルを参照することができます。

(1) 操作手順

入力となる軌道データを生成後、メニューバーの「ツール」→「TLE 生成」を選択することで、以下の TLE 生成画面が表示されます。(TLE 生成後の画面です)

図 7-17 TLE 生成画面

TLE 作成画面の設定項目と表示項目を以下に示します。

表 7-6 TLE 生成画面の設定／表示項目

項目	説明
衛星名	対象とする衛星名をメニューから選択します。
生成条件	TLE 生成条件を入力する
推定期間	軌道データが作成されている期間が表示されます。 この期間について最小二乗フィッティングが行われます。
サンプリング間隔[s]	最小二乗フィッティングに用いる軌道データのサンプリング間隔を指定します。

7. ツール機能

項目		説明
	エポック時刻	生成する TLE のエポック時刻を指定します。 デフォルトではデータ期間の開始時刻が設定されます。
	収束条件(誤差 RMS)[km]	収束条件として誤差の RMS を指定します。
	最大繰り返し数	最大繰り返し数を超過しても、収束条件を満たさない場合は、エラーとなります。
TLE オプション		TLE に埋め込むパラメータを設定する。
	衛星番号	5 桁の衛星番号
	分類	1 桁の衛星分類識別子を指定する
	国際識別番号	8 桁以下の国際識別番号を指定する
	軌道要素番号	5 桁以下の数字で、軌道要素番号を指定する
	周回番号	5 桁以下の数字で、周回番号を指定する
推定結果		生成した TLE が表示されます。
[生成]ボタン		TLE 生成処理を開始します。
[TLE 出力]ボタン		TLE 生成完了後に有効となり、生成した TLE を指定ファイルに出力します。
[この TLE による衛星を追加する]ボタン		TLE 生成完了後に有効となり、生成した TLE を用いて衛星を追加します。 衛星名は「対象衛星名_TLE」となります。

8 設定機能

以下の設定機能があります。

- ・ 共通表示設定
- ・ 外部ツール設定
- ・ 地球回転パラメータ設定
- ・ SGP4 設定

8.1 共通表示設定

メニューバーの「設定」→「共通表示設定」で、以下の画面を表示し、共通的な、各種プロパティ値を設定します。



図 8-1 共通表示設定画面

8.2 外部ツール設定画面

メニューバーの「設定」から外部ツール設定を選択すると以下の画面を表示し、テキストエディタ、Wget および gzip ツールのプログラムパスを設定します。

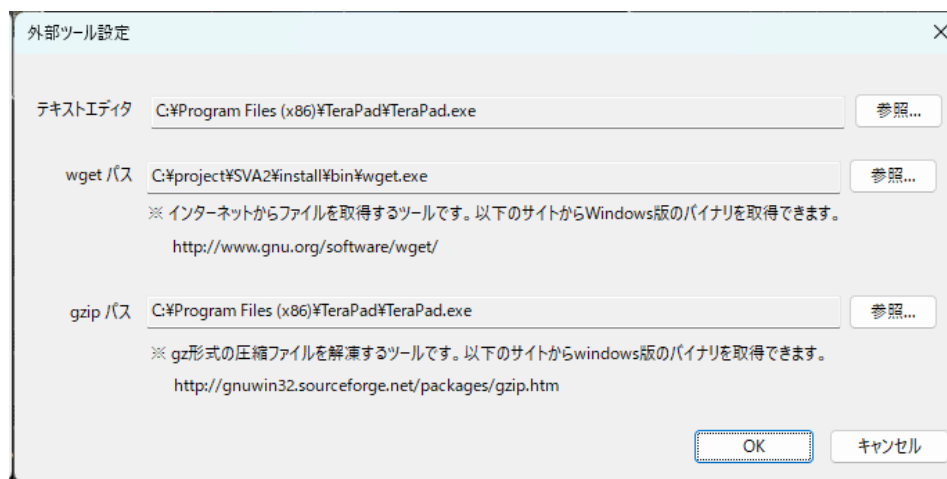


図 8-2 外部ツール設定画面

8.3 地球回転パラメータ設定画面

メニューバーの「設定」から「地球回転パラメータ設定」を選択すると、地球回転パラメータ設定画面が表示されます。

地球回転パラメータファイル（EOP ファイル）は、本画面で行うことができます。

図 8-3 地球回転パラメータ設定画面

地球回転パラメータ設定画面では以下の項目を設定します。

表 8-1 地球回転パラメータ入力／表示項目一覧

設定項目	説明
種別	EOP ファイルの種別として最新ファイルか指定ファイルかを選択します。
ファイル名	参照する EOP ファイルのパス名を表示します。
参照...ボタン	EOP ファイルの種別が指定ファイルの場合に有効となり、クリックすることで EOP ファイルを選択します。 ファイルを参照する初期フォルダは \$install/data/IERS となります。
データ期間 (観測)	EOP ファイルに格納されている観測に基づくデータの期間を表示します。
データ期間 (予測)	EOP ファイルに格納されている予測データの期間を表示します。
Web から取得ボタン	EOP ファイルの種別が指定ファイルの場合に有効となり、ボタンを押すと以下のサイトから最新のファイルを取得し、参照ファイルとして設定されます。 https://datacenter.iers.org/data/8/finals.data 参照可能な EOP ファイルは finals.data (IAU1980) などの、IAU1980 章動モデルに対応したものに限定されます。 上記の URL は、\$install%config%SVA.ini ファイルに、以下の記述を行うことで変更することができます。 [DIR] EOP_URL= https://datacenter.iers.org/data/8/finals.data

9 設定ファイル

9.1 SAP 定義ファイル（パネルモデル定義ファイル）

(1) ファイル概要

太陽電池発生電力を算出するために、衛星構造モデルと衛星構造物に配置される太陽電池パネルの幾何学的位置関係を定義する。

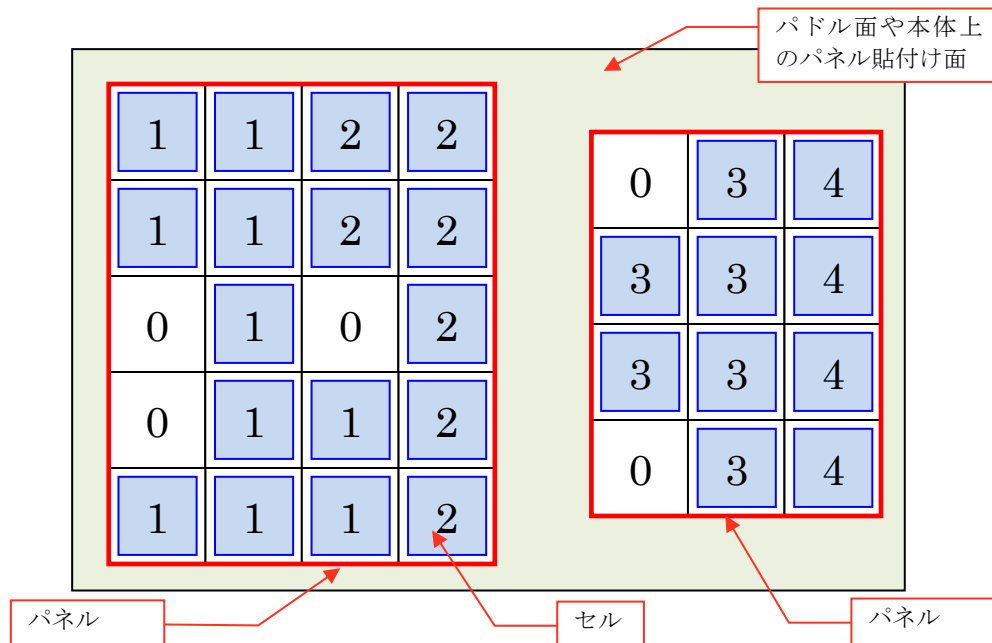
また、この定義は、発生電力解析の他、表示用の衛星 3D モデルとすることができる。

(2) 太陽電池パネルの構成

太陽電池パネル（以下パネルと呼ぶ）は衛星本体や回転パドル上に複数個配置することができる。

また、パネルは複数のセルを配置するが、セルはストリングでまとめられ、1つのストリングには複数のセルが直列で接続される。

本定義ファイルでは以下のようにパネルをメッシュ状に分割してセルを配置し、各セルが所属するストリング ID を定義することができる。



- ・ 赤枠部がパネルを表し、パネルは $n \times m$ のメッシュに分割される。
- ・ 1つのパネル内のメッシュの幅と高さは全て同一とする。
- ・ 1つのメッシュ上に1つのセルを配置する。
- ・ 1つのストリングは、同一番号のセルで構成される。番号0は、空きメッシュとする。

1つのパドル上に4つのストリングを配置することを考えた場合、上図の例のように1～4の番号が付与されたセルが、その番号に対応するストリングに属するものとする。

(3) 定義ファイルの内容
定義例を以下に示す。

```
BEGIN MODEL sat1
STRING ID=1 COLOR=0/132/200
STRING ID=2 COLOR=0/112/200
STRING ID=3 COLOR=0/90/200
STRING ID=4 COLOR=0/46/200
STRING ID=5 COLOR=90/132/200
STRING ID=6 COLOR=90/112/200
STRING ID=7 COLOR=90/90/200
STRING ID=8 COLOR=90/46/200
STRING ID=9 COLOR=90/132/100
STRING ID=10 COLOR=100/112/100

BEGIN PARTS bus
CUBE NAME=bus CP=0 SIZE=1.0/1.0/1.0 COLOR=188/192/24
BEGIN PANEL NAME=sap0 ON=bus/MZ POS=0.05/0.05 SIZE=0.9/0.9 MESH=4/4 CELL_AREA=0.9 COLOR=198/198/198
  ROW 9,9,10,10
  ROW 9,9,10,10
  ROW 9,9,10,10
  ROW 9,9,10,10
END
END
BEGIN PARTS head
TUBE NAME=head CP=0 SIZE=0.3/0.3/0.5/0.02 COLOR=244/192/24
END
BEGIN PARTS pd1
CUBE NAME=paddle CP=1 SIZE=2.55/1.1/0.01 COLOR=192/192/80
BEGIN PANEL NAME=sap1 ON=paddle/MZ POS=0.05/0.05 SIZE=1.284/1.0 MESH=5/4 CELL_AREA=0.9 COLOR=198/198/198
  ROW 1,1,2,2
  ROW 1,1,2,2
  ROW 1,1,2,2
  ROW 1,1,1,2
  ROW 1,1,1,2
END
BEGIN PANEL NAME=sap2 ON=paddle/MZ POS=1.4/0.05 SIZE=1.111/1.0 MESH=4/3 CELL_AREA=0.9 COLOR=198/198/198
  ROW 3,3,4
  ROW 3,3,4
  ROW 3,3,4
  ROW 3,3,4
END
END
BEGIN PARTS pd2
CUBE NAME=paddle CP=1 SIZE=2.55/1.1/0.01 COLOR=192/192/80
BEGIN PANEL NAME=sap3 ON=paddle/MZ POS=0.05/0.05 SIZE=1.284/1.0 MESH=5/4 CELL_AREA=0.9 COLOR=198/198/198
  ROW 5,5,6,6
  ROW 5,5,6,6
  ROW 5,5,6,6
  ROW 5,5,5,6
  ROW 5,5,5,6
END
BEGIN PANEL NAME=sap4 ON=paddle/MZ POS=1.4/0.05 SIZE=1.111/1.0 MESH=4/3 CELL_AREA=0.9 COLOR=198/198/198
  ROW 7,7,8
  ROW 7,7,8
  ROW 7,7,8
  ROW 7,7,8
END
END
PUT NAME=body PARTS=bus POS=0.0/0.0/0.0 ROT=0.0/0.0/0.0/123
PUT NAME=head PARTS=head POS=0.5/0.0/0.0 ROT=0.0/90.0/0.0/123
PUT NAME=pd1 PARTS=pd1 POS=0.55/1.0/-0.35 ROT=0.0/0.0/90.0/123 R_AXIS=0/1/0 R_CENTER=0.0/0.0/-0.35
PUT NAME=pd2 PARTS=pd2 POS=-0.55/-1.0/-0.35 ROT=0.0/0.0/-90.0/123 R_AXIS=0/1/0 R_CENTER=0.0/0.0/-0.35
END
```

以下に各要素の内容を示す。

(a) BEGIN MODEL name

モデルの定義開始を指示する。name は任意の名称。

(b) STRING

以下の形式でストリングを定義する。

STRING ID=n COLOR=R/G/B

n : 1 以上の整数値でストリングの ID を定義する。

R/G/B : ストリングの表示色を指定する。(RGB の各値は 0 ~ 255 とする)

(c) BEGIN PARTS name

パーツの定義開始を指示する。name はパーツ名称。後で参照される。

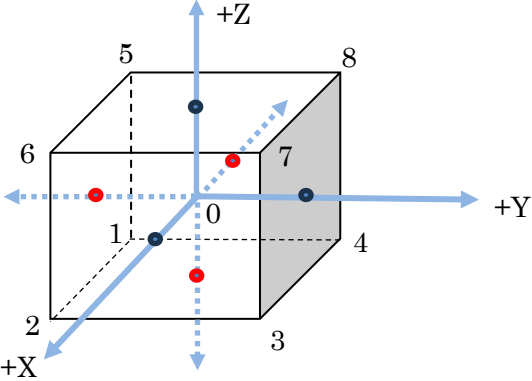
(d) CUBE

BEGIN PARTS ~ END の範囲に置き、以下の形式で直方体を定義する。

CUBE NAME=name CP=n SIZE=w/d/h COLOR=R/G/B

太陽電池パネルを貼り付ける基盤オブジェクトとして用いることができる。

設定項目を以下に示す。

パラメータ名	設定内容
NAME	パネル名称を指定する
CP	<p>直方体を衛星機体座標系に配置する際の基準点番号である。 0 は直方体の中心であり、1~8 は図に示すような頂点を表す。 オブジェクトを配置するときには、n で指定される点がどこに配置されるかを指定する。</p> 
SIZE	直方体のサイズを指定する。w は幅であり X 軸方向の長さを表す。 d は Y 軸方向の長さ、h は Z 軸方向の長さを表す。単位は [m] である。
COLOR	RGB で色を指定する。

(e) BEGIN PANEL~END

パネル定義の情報を設定する。

```
BEGIN PANEL NAME=name ON=parts/face POS=x/y SIZE=w/h MESH=n/m CELL_AREA=A
  COLOR=R/G/B
  ROW s1,s1,s2,s2
  ROW s1,s1,s2,s2
  ROW 0,s1,0,s2
  ROW 0,s1,s1,s2
  ROW s1,s1,s1,s2
END
```

設定項目を以下に示す。

パラメータ名	設定内容
NAME	パネル名称を指定する
ON	パネルを配置する cube オブジェクトの名称(parts)と面(face)を指定する 面は+X面であればPX、-Y面であれば、MYのように指定する。
POS	配置面内の位置(x,y)を指定する。面内の右下が原点である。 単位は[m]である。
SIZE	パネルの幅と高さを指定する。単位は[m]である。
MESH	パネルをメッシュに分割してセルを配置する。メッシュの分割数を n と m で指定する。n は横方向の分割数で m は縦方向の分割数である。
CELL_AERA	セルの実行面積比率である。 パネルを n×m で分割したときの面積に対する比率である。
COLOR	パネルの色を指定する。
ROW	MESH で指定した n 行×m 列のセルに対して、 n 個の各行について ROW 文で、m 個の列のストリング ID を指定する。

(f) TUBE/CYLINDER

BEGIN PARTS ~ END の範囲内に、以下の形式でチューブまたはシリンダーを定義します。

TUBE NAME=name CP=n SIZE=w/d/h/t COLOR=R/G/B

CYLINDER NAME=name CP=n SIZE=w/d/h COLOR=R/G/B

設定項目の内容を以下に示す。

パラメータ名	設定内容
NAME	パネル名称を指定する
CP	TUBE または CYLINDER を衛星機体座標系に配置する際の基準点番号である。
SIZE	直方体のサイズを指定する。 w : 幅であり X 軸方向の長さを表す。 d : Y 軸方向の長さ h : Z 軸方向の長さを表す。 t : TUBE の場合に厚さを指定する。
COLOR	RGB で色を指定する。

(a) PUT

BEGIN PARTS で定義したパーツ（パネルなどを内部に含む）を、衛星機体座標系に配置する。

PUT NAME=name PARTS=parts POS=x/y/z ROT=a/b/c/order R_AXIS=x/y/z R_CENTER=x/y/z

設定項目を以下に示す。

パラメータ名	設定内容
NAME	SVA2 本体から参照するための名称。駆動時に指定する。
PARTS	BEGIN PARTS で定義されたオブジェクトの名称を指定する。
POS	衛星機体座標系での配置位置。
ROT	配置する際に、オイラ角指定で回転させることができる。 order は 123,213 等の回転順序であり、a//b/c は回転順のオイラ角[deg]である。
R_AXIS	パーツを回転させる軸を指定する。機体座標系での軸方向ベクトル。
R_CENTER	パーツを回転させる軸の中心位置（軸上の任意の位置）を指定する。