

OrbisNet Sigma

GNSS 基準点測量統合システム

製品仕様書

Version 6.0.2 2026 年 07 月 28 日

株式会社リットー & シーラス

1. システム概要

1.1 製品概要

OrbisNet Sigma は、公共測量作業規程準則に準拠した GNSS 基準点測量のための統合解析システムです。RTK・VRS 観測のデータ処理からスタティック観測解析、三次元厳密網平均・仮定網平均計算、ジオイド補正、座標変換、そして国土地理院標準様式の成果品自動作成まで、測量業務全体を一貫して支援します。

項目	内容
製品名	OrbisNet Sigma
製品分類	GNSS 基準点測量統合システム
製品コンセプト	GNSS 観測から成果品作成までを一貫処理する 測量業務支援システム
対応規程	公共測量作業規程準則（国土地理院）
解析エンジン	RTKLIB 2.4.3（rnx2rtkp、convbin）
動作環境	Windows 10/11（64bit）、.NET 8.0

1.2 対象業務

- ・ 公共測量基準点測量
- ・ 民間基準点測量
- ・ 工事測量
- ・ 出来形管理

- ・維持管理測量
- ・電子基準点利用測量

1.3 主な機能

機能	概要
RTK/VRS 観測解析	複数セッション対応。Fix 解品質フィルタリング・統計平均計算を実施する。
スタティック観測解析	電子基準点 RINEX・UBX データを点ごとに設定して基線解析を実施する。
三次元厳密網平均	ECEF 座標系における三次元最小二乗法で観測網を調整し、最確座標を決定する。
仮定網平均	任意の 1 点を仮の固定点として、既知点相互の整合性を検証する参考計算を提供する。
ジオイド補正	日本のジオイドモデルを用いた楕円体高→正標高変換を実施する。
座標変換	測地座標→平面直角座標変換（全 19 座標系対応）を実施する。
成果品自動作成	国土地理院標準様式（様式第 1-1～3-3）の Word ファイルを自動生成する。
グラフィカル網図編集	基線の追加/削除・閉合差チェック・網平均結果の可視化を提供する。
統計的外れ値検定	data snooping（Baarda/Pope の τ 検定）により、厳密網平均計算後の各基線が統計的に妥当かを自動判定する。

1.4 処理フロー

- ① GNSS 観測 (RTK/VRS またはスタティック)
- ② UBX/RINEX データ取込
- ③ 基線解析 (rnx2rtkp による高精度解析)
- ④ 品質フィルタリング (Fix 解判定・外れ値除去)
- ⑤ 統計平均計算 (複数セッション統合)
- ⑥ スタティック観測解析 (電子基準点等を含む基線網の解析)
- ⑦ 厳密網平均計算 (三次元最小二乗法による座標決定・data snooping による外れ値検定)
- ⑧ 仮定網平均計算 (既知点整合性の参考確認)
- ⑨ ジオイド補正・座標変換
- ⑩ 成果品出力 (Word 様式・JSON・テキスト)

2. RTKLIB 基線解析仕様

2.1 使用コンポーネント

コンポーネント	用途	バージョン
rnx2rtkp.exe	基線解析 (RINEX→.pos)	RTKLIB 2.4.3 b34
convbin.exe	UBX→RINEX 変換	RTKLIB 2.4.3 b34

2.2 観測データ入力

入力形式	対象	備考
UBX (u-blox 生データ)	RTK/VRS 観測・スタティック観測	convbin.exe で自動変換
RINEX OBS (.obs/.rnx)	スタティック観測 (電子基準点等)	変換不要、直接入力
RINEX NAV (.nav/.26n 等)	スタティック観測 (電子基準点等)	変換不要、直接入力。 GPS/GLONASS/QZSS 等が衛星系ごとに別ファイルに分かれている場合 (電子基準点データ等)、obs ファイルと同じフォルダにある nav ファイルを自動検出して全て使用する。

2.3 主な解析設定

設定項目	設定値・内容
測位モード	相対測位（RTK） / スタティック（スタティック観測時）
周波数	L1+L2（標準） / L1+L2+L5（受信機対応時）
使用衛星系	GPS + GLONASS + Galileo + BeiDou + QZSS （navsys=127）
仰角マスク	15°（標準）
電離層補正	Broadcast（標準） / 2 周波補正（デュアル周波数時）
対流圏補正	Saastamoinen（公共測量標準）
AR 方式	Fix-and-Hold（Ratio 閾値 ≥ 3.0）

2.4 アンテナ PCV 補正

GNSS アンテナの位相中心変動（PCV）補正に対応しています。JSIMA 形式（.001/.TXT）および IGS ANTEX 形式（.atx）の PCV ファイルを使用できます。

設定項目	内容
対応ファイル形式	JSIMA 形式（.001/.TXT）、IGS ANTEX 形式（.atx）
RTK/VRS 観測時	rnx2rtkp 設定ダイアログでローバー・基準局の型番を一括設定

スタティック観測時	観測点ごとに型番・ドームコード・アンテナ高を個別設定（点別設定）
主なドームコード	NONE（ドームなし）/ GSI（電子基準点標準） / GSI3～GSI9 / SCIS

3. 品質フィルタリング仕様

3.1 フィルタリング処理

順序	処理	内容
①	Fix 解フィルタ	Q=1 (Fix 解) のエポックのみを採用。Float 解は原則除外。
②	Ratio フィルタ	Ratio 値が閾値 (標準 3.0) 未満のエポックを除外 (設定により無効化可)。
③	外れ値除去	水平・垂直方向の標準偏差に基づく 3σ 外れ値除去を実施。
④	クラスタ分割	座標の不連続点 (水平 0.5m 以上) でクラスタを分割し、最多エポック数のクラスタを採用。

3.2 品質等級判定

等級	水平精度	垂直精度	判定
A (優良)	$\leq 5\text{mm}$	$\leq 10\text{mm}$	合格 (高精度)
B (良好)	$\leq 10\text{mm}$	$\leq 20\text{mm}$	合格
C (許容)	$\leq 20\text{mm}$	$\leq 50\text{mm}$	合格 (要確認)
D (要確認)	$> 20\text{mm}$	$> 50\text{mm}$	要再観測

4. 統計平均計算仕様

4.1 計算方式

計算項目	内容
代表座標	各セッション有効エポックの緯度・経度・高さの算術平均
水平精度 σ_H	$\sqrt{(SdN^2 + SdE^2)}$ のセッション平均
垂直精度 σ_V	SdU のセッション平均
セッション間較差	各セッション代表座標間の最大差（整合性確認指標）

4.2 複数セッション管理

項目	内容
対応セッション数	最大 3 セッション（往復観測対応）
往復観測	セッション 1（往路）・セッション 2（復路）の較差チェックに対応
外れ値除去	セッション間で 3σ を超えるエポックを自動除去

5. スタティック観測仕様

5.1 概要

スタティック観測では、既知点と新点に受信機を固定して同時観測し、基線ベクトル ($\Delta X/\Delta Y/\Delta Z$) を高精度に決定します。電子基準点の RINEX データを基準局として使用することも可能です。

5.2 観測データソース

データ種別	入力形式	用途
現地受信機	UBX (u-blox 生データ)	移動局・新点の観測データ
電子基準点	RINEX OBS + NAV	基準局として使用。国土地理院配布の RINEX を直接入力。 GPS/GLONASS/QZSS 等が衛星系ごとに別ファイル (.26n/.26g/.26q 等) で配布されている場合、obs ファイルと同じフォルダの nav ファイルを自動検出して全て使用する。
既知点受信機	UBX または RINEX	既知点に受信機を固定して観測する場合

5.3 点別アンテナ設定

設定項目	内容
アンテナ型番	PCV ファイルから読み込んだ候補一覧からプルダウンで選択（手入力も可）
ドームコード	NONE（標準）/ GSI（電子基準点）等を入力
アンテナ高（m）	ARP（アンテナ基準点）からの鉛直高さを入力
PCV ファイル	タブ上部で JSIMA 形式または ATX 形式のファイルを 1 つ指定

5.4 rnx2rtkp 設定（スタティック専用）

スタティック専用ダイアログでは全基線共通の解析パラメータのみを設定します。基準局座標・アンテナ設定は点ごとに個別管理されるため、このダイアログには含まれません。

5.5 網図エディタへの読込

基線解析完了後、「網図エディタに読込」ボタンで解析結果を網図編集タブに転送します。転送後、厳密網平均計算・仮定網平均計算を実行できます。

5.6 品質確認機能

選択中の基線について、以下の可視化機能で観測品質を確認できます。

機能	内容
アンビギュイティ解決の詳細表示	Ratio test 値・Fix 率・エポック別 Fix/Float 切替履歴を基線ごとに表示する。
残差プロット	搬送波位相／擬似距離残差を衛星ごとに色分けした時系列グラフ。サイクルスリップをマーカー表示する。
仰角別残差分布	仰角を 1 度刻みのビンに分割し、ビンごとの残差平均・標準偏差を表示。マルチパス診断に使用する。
スカイプロット（衛星配置・仰角マスク・DOP）	極座標での衛星配置図（衛星系別色分け、Fix/Float 状態表示）。仰角マスク角の変更に連動して PDOP/GDOP/HDOP/VDOP を再計算する。時刻スライダーでエポック送りが可能。使用衛星数不足・幾何学的特異時は警告表示に切り替わる。

6. 厳密網平均計算仕様

6.1 計算方式

計算項目	内容
観測方程式	$v = Ax - b$
最小二乗解	$x = (A^T P A)^{-1} A^T P b$ (P : 重み行列)
重み行列	基線長ベースの精度モデル ($\sigma = 3\text{mm} + \text{基線長} \times 1\text{ppm}$) の逆数
反復計算	座標補正量 $ x _{\text{max}} < 0.1\text{mm}$ になるまで反復 (最大 20 回)
精度評価	σ_0 (単位重量標準偏差) ・ 各点の $\sigma X/\sigma Y/\sigma Z$

6.2 網図エディタ操作

操作	内容
測点選択	キャンバス上の測点をクリックして選択
基線追加/削除	「基線追加」「基線削除」モードで操作
有効/無効切替	右パネルの基線一覧でダブルクリック
閉合差チェック	「閉合差チェック」ボタンで全ループの閉合差を自動検出・判定
厳密網平均計算	「厳密網平均計算」ボタンで計算実行

6.3 出力

出力形式	内容
計算結果画面	各点の調整後座標（ECEF・測地）、 σ 値、基線残差を表示
テキストレポート	計算結果の詳細レポートをテキスト保存（data snooping による外れ値検定結果を含む）
成果簿（Word）	国土地理院標準様式（様式第 1-1～3-3）の Word ファイルを自動生成
ブレンダー検出結果表示	「  ブレンダー検出」タブで data snooping による外れ値検定結果（T 統計量・臨界値・判定・ $\tau Dx/\tau Dy/\tau Dz$ ）を一覧表示

6.4 ブランダー検出（外れ値検定）仕様

項目	内容
検定手法	data snooping（Baarda/Pope の τ 検定）。単位重量標準偏差 σ_0 を実測から推定するため、Pope の τ 検定に相当する
検定単位	基線ごとの 3 成分（ $\Delta X \cdot \Delta Y \cdot \Delta Z$ ）をまとめた群検定（F 分布）
統計量	$T = v^T Q w^{-1} v / (r \cdot \sigma_0^2)$ （ v ：残差ベクトル、 Qw ：残差の余因子行列、 r ：冗長度、通常 3）
有意水準	$\alpha = 0.001$ （既定）。複数基線を同時検定するため、ボンフェローニ補正（ $\alpha' = \alpha / \text{基線数}$ ）を適用
判定	T 統計量が臨界値（F 分布の α' 点）を超える基線を「要確認」としてフラグする
補助指標	成分別標準化残差 $\tau \Delta X \cdot \tau \Delta Y \cdot \tau \Delta Z$ を併せて表示し、どの軸に異常があるかの診断に用いる
実行タイミング	厳密網平均計算の完了時に自動実行される。追加操作は不要
既知の制約	単発（非反復）のデータスヌーピングのため、注入された誤差が観測精度に対して極端に大きい場合や、ネットワークの冗長度（自由度）が低い場合は、 σ_0 自体が汚染されて検出力が低下する（マスキング効果）ことがある

7. 仮定網平均計算仕様

7.1 目的

仮定網平均計算は、観測網内の任意の 1 点を仮の固定点として、既知点を含むそれ以外の全点を自由点として計算する参考計算機能です。複数の既知点が相互に整合しているかどうかを、厳密網平均とは独立に確認します。

【注意】 仮定網平均の結果は参考計算であり、正式な測量成果として使用することはありません。

7.2 厳密網平均との違い

項目	厳密網平均	仮定網平均
固定点	全既知点	選択した 1 点のみ
既知点の扱い	固定（拘束）	仮定点以外は全て自由点
成果簿出力	対象	対象外（参考計算）
出力形式	Word 様式・テキストレポート	JSON・Word（参考帳票）

7.3 操作方法

- ・手順 1：「網図編集」タブの「選択」モードで、仮の基準点とする測点を 1 つクリックして選択する。
- ・手順 2：「仮定網平均計算」ボタン（紫色）を押す。
- ・手順 3：計算完了後、結果がダイアログに表示される。
- ・手順 4：JSON および Word 形式の保存ダイアログが表示され、参考帳票を保存できる。

7.4 出力内容

出力項目	内容
計算条件	仮定点名・観測数・未知数・自由度・ σ_0 ・反復回数
測点一覧（調整後座標）	全測点の緯度・経度・楕円体高（調整後）
入力座標との比較	元々既知点だった点について、成果値との差分（ $\Delta X/\Delta Y/\Delta Z$ ・水平/3D ズレ量 mm）
基線残差	各基線の残差ノルム（mm）

8. ジオイド補正仕様

項目	内容
使用モデル	日本のジオイド 2024 (GSI)
格子間隔	1 分×1 分
補間方式	双線形補間
適用範囲	日本全国（北緯 20°～50°、東経 120°～155°）
正標高の計算式	$H = h - N$ （ H ：正標高、 h ：楕円体高、 N ：ジオイド高）

9. 座標変換仕様

9.1 測地座標系

項目	内容
測地基準系	JGD2011（日本測地系 2011） / GRS80 楕円体
内部計算	ECEF 座標（X・Y・Z）
出力	測地座標（緯度・経度・楕円体高）

9.2 平面直角座標変換

全 19 座標系に対応した Transverse Mercator（横メルカトル）投影による変換を実施します。

座標系	主な適用地域
第 1 系	長崎県・鹿児島県（一部）
第 2 系	福岡県・佐賀県・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県
第 3 系	山口県・島根県・広島県
第 4 系	香川県・愛媛県・徳島県・高知県
第 5 系	兵庫県・鳥取県・岡山県
第 6 系	京都府・大阪府・福井県・滋賀県・三重県・奈良県・和歌山県

第 7 系	石川県・富山県・岐阜県・愛知県
第 8 系	新潟県・長野県・山梨県・静岡県
第 9 系	東京都・福島県・栃木県・茨城県・埼玉県・千葉県・群馬県・神奈川県
第 10 系	青森県・秋田県・山形県・岩手県・宮城県
第 11～13 系	北海道（西部・中部・東部）
第 14～19 系	沖縄県・南西諸島・小笠原等

10. 対応受信機・観測方式

10.1 対応 GNSS 受信機

受信機	対応方式	対応衛星系	周波数帯
u-blox ZED-X20P (推奨)	RTK / スタティック	GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou/QZSS	L1/L2/L5/L6
u-blox ZED-F9P	RTK / スタティック	GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou	L1/L2
その他 UBX 対応 受信機	RTK / スタティック	機種依存	機種依存
RINEX 出力対応受 信機	スタティック	機種依存	機種依存

10.2 対応観測方式

観測方式	概要	基準局
RTK (リアルタイム動態測量)	移動局が Fix 解を随時取得	VRS (NTRIP) または固定基準点
VRS (仮想基準点方式)	NTRIP サーバ経由で補正情報を取得	VRS (ネットワーク型)
スタティック (静的測量)	既知点・新点に受信機を固定して観測	電子基準点または現地既知点
短縮スタティック法	30～60 分程度の短時間スタティック観測	同上

11. 成果品出力仕様

11.1 出力ファイル一覧

出力ファイル	形式	内容
公共測量成果簿	Word (.docx)	国土地理院標準様式（様式第1-1～3-3）を自動生成
基準点成果表	Word (.docx)	測地座標・平面直角座標・精度情報を記載
観測手簿	Word (.docx)	RTK 観測の観測条件・結果を記載
厳密網平均計算結果	テキスト (.txt)	計算過程・結果の詳細レポート
仮定網平均計算結果	JSON (.json) + Word (.docx)	参考計算結果。既知点との座標差分を含む。
座標成果	JSON (.orbisnet)	OrbisNet Logos 連携形式（手簿・記簿作成用）。RTK 統計平均・スタティック厳密網平均のいずれの成果からも出力可能

11.2 国土地理院標準様式対応

様式番号	様式名
様式第 1-1	基準点測量精度管理表 その 1
様式第 1-1-1	基準点測量精度管理表 その 1-2（新点位置の標準偏差）
様式第 2-1	品質評価表 総括表
様式第 2-2	品質評価表 個別表
様式第 3-1	基準点成果表 その 1
様式第 3-2	基準点成果表 その 2（観測条件・計算結果）
様式第 3-3	点の記

12. 動作環境・インストール仕様

項目	要件
OS	Windows 10 / Windows 11（64bit）
ランタイム	.NET 8.0（x64）
CPU	Intel / AMD 64bit プロセッサ
メモリ	8GB 以上推奨
ストレージ	1GB 以上の空き容量
ディスプレイ	1920×1080 以上推奨
インターネット接続	NTRIP サービス利用時に必要

13. ライセンス・著作権

項目	内容
著作権	Copyright © 2024-2025 株式会社リットー & シーラス. All Rights Reserved.
解析エンジン	RTKLIB 2.4.3 (BSD 2-Clause License) © T. Takasu
Word 生成	DocumentFormat.OpenXml SDK (MIT License) © Microsoft
ライセンス形態	ソフトウェアライセンス (1 ライセンス = 1 インストール)

付録 A 計算式一覧

計算式	内容
$x = (A^T P A)^{-1} A^T P b$	三次元最小二乗法の解
$\sigma_0 = \sqrt{(v^T P v / (n-u))}$	単位重量標準偏差（n：観測数、u：未知数）
$\sigma = 3\text{mm} + L \times 1\text{ppm}$	基線長ベースの精度モデル（重み行列対角成分 $S_{xx} = \sigma^2$ ）
$H = h - N$	正標高 = 楕円体高 - ジオイド高
$\sigma_H = \sqrt{(\sigma X^2 + \sigma Y^2)}$	水平方向の精度

付録 B 用語集

用語	説明
GNSS	衛星測位システムの総称。GPS（米）・GLONASS（露）・Galileo（EU）・BeiDou（中）・QZSS（日）を含む。
RTK	Real-Time Kinematic。搬送波位相差を利用したリアルタイム高精度測位方式。
VRS	Virtual Reference Station。ネットワーク型 RTK で仮想基準点を生成する方式。
NTRIP	RTCM 補正情報のインターネット配信プロトコル。
Fix 解	RTK で整数アンビギュイティが確定した高精度

	解（cm 級）。
Float 解	アンビギュイティ未確定の低精度解（dm～m 級）。
RTKLIB	高精度 GNSS 解析のオープンソースソフトウェア（T. Takasu）。
RINEX	GNSS 受信データの標準交換フォーマット。
UBX	u-blox 受信機のバイナリ生データ形式。
ECEF	地球中心固定直交座標系（X・Y・Z）。
PCV	衛星方向によるアンテナ位相中心変動量。
ARP	Antenna Reference Point。アンテナ高の基準点。
σ_0	単位重量標準偏差。網平均計算の観測精度評価指標。
仮定網平均	任意の 1 点を仮の基準点として計算する参考的な網平均。既知点相互の整合性確認に使用。
厳密網平均	全既知点を固定して自由点の最確座標を決定する正式な網平均計算。
ジオイド高	楕円体面とジオイド面の高さの差（N）。
楕円体高	GRS80 楕円体面からの高さ（h）。GNSS が直接計測する高さ。
正標高	ジオイド面からの高さ（H = h - N）。

ブレンダー	測量における観測値の記載・転記ミス等による粗大な誤差（うっかりミス）。英語の blunder に由来。
data snooping	Baarda（1968）が提唱した、観測値の標準化残差を用いた統計的外れ値検定手法。OrbisNet Sigma では基線ごとの群検定として実装。
マスキング効果	外れ値の影響で分散推定値（ σ_0 ）自体が汚染され、統計検定の検出力が低下する現象。

付録 C RTKLIB 主要設定一覧

パラメータ	推奨値	説明
pos1-posmode	static / kinematic	測位モード（スタティック / RTK）
pos1-frequency	2（L1+L2）	使用周波数
pos1-elmask	15	仰角マスク（度）
pos1-navsys	127	全衛星系 （GPS+GLO+GAL+BDS+QZS）
pos1-ionoopt	1（brdc）	電離層補正（Broadcast）
pos1-tropopt	1（saas）	対流圏補正（Saastamoinen）
pos2-armode	3（fix-and-hold）	アンビギュイティ決定方式
pos2-arthres	3.0	AR 閾値（Ratio 検定閾値）

ant1-anttype	型番 ドームコード	ローバーアンテナ型番
ant1-antdelu	アンテナ高 (m)	ローバーアンテナ高 (ARP 高)
misc-antpos	ATX ファイルパス	PCV ファイルパス

付録 D 公共測量対応一覧

対応項目	対応状況	備考
公共測量作業規程準則への準拠	対応	国土地理院（2024 年版）
GNSS 法による基準点測量	対応	RTK-GNSS 法・スタティック法
Fix 解判定（Ratio 検定）	対応	Ratio ≥ 3.0 （設定変更可）
複数セッション観測	対応	往復観測含む、最大 3 セッション
電子基準点 RINEX 利用	対応	RINEX 2.x / 3.x
アンテナ PCV 補正	対応	JSIMA 形式・IGS ANTEX 形式
三次元厳密網平均	対応	ECEF 座標系最小二乗法
ジオイド補正	対応	日本のジオイド 2024
平面直角座標変換	対応	全 19 座標系
国土地理院標準様式 Word 出力	対応	様式第 1-1～3-3
GSI Grade1 受信機登録	対応予定	MGR-X2P/Ri、TW3972XFGP 申請予定