４衛星システム(GPS・GLONASS・Galileo・BeiDou)を用いた日本周辺のIGS点の座標値

株式会社 日豊
島田誠一・田部井隆雄・里村幹夫・原田靖

2026年10月16日

日本測地学会第146 回講演会

概要

- 前報（島田他，2023）では，GPS・Galileo・GLONASSの3衛星システムによるmulti-GNSSデータをGEONET観測点のRINEXファイルを用いて考察
- BeiDou衛星は，円軌道衛星に限っても日本上空で25衛星以上が利用可能
- BeiDou衛星は，GEONET点や日本周辺の多くのIGS点が受信していないため，解析に用いる観測点が限られる
- GPS・Galileo・GLONASS・BeiDouの4衛星システムによるmulti-GNSSデータを日本周辺の5つのIGS観測点のRINEXファイルを用いて解析

解析条件

- 解析期間：2025年7月1日(DOY182)から2026年6月30日(DOY181)までの1年間
- 軌道暦：CODE MGX精密暦
- 解析ソフトウェア：GAMIT10.71
- 座標系：ITRF2020u2024
- 衛星システム：GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou（BeiDouは円軌道衛星のみ）
- 衛星数（2026年6月30日の場合）

  GPS 32衛星，Galileo 30衛星，GLONASS 21衛星，BeiDou 27衛星
- 座標基準点：IGS網 13点

  座標値を推定した観測点：日本周辺のIGS網 5点
- PCVモデル：IGS20モデル

  （GSI20モデルより多くのmulti GNSS衛星電波・レドームに対応）

解析に用いたIGS点

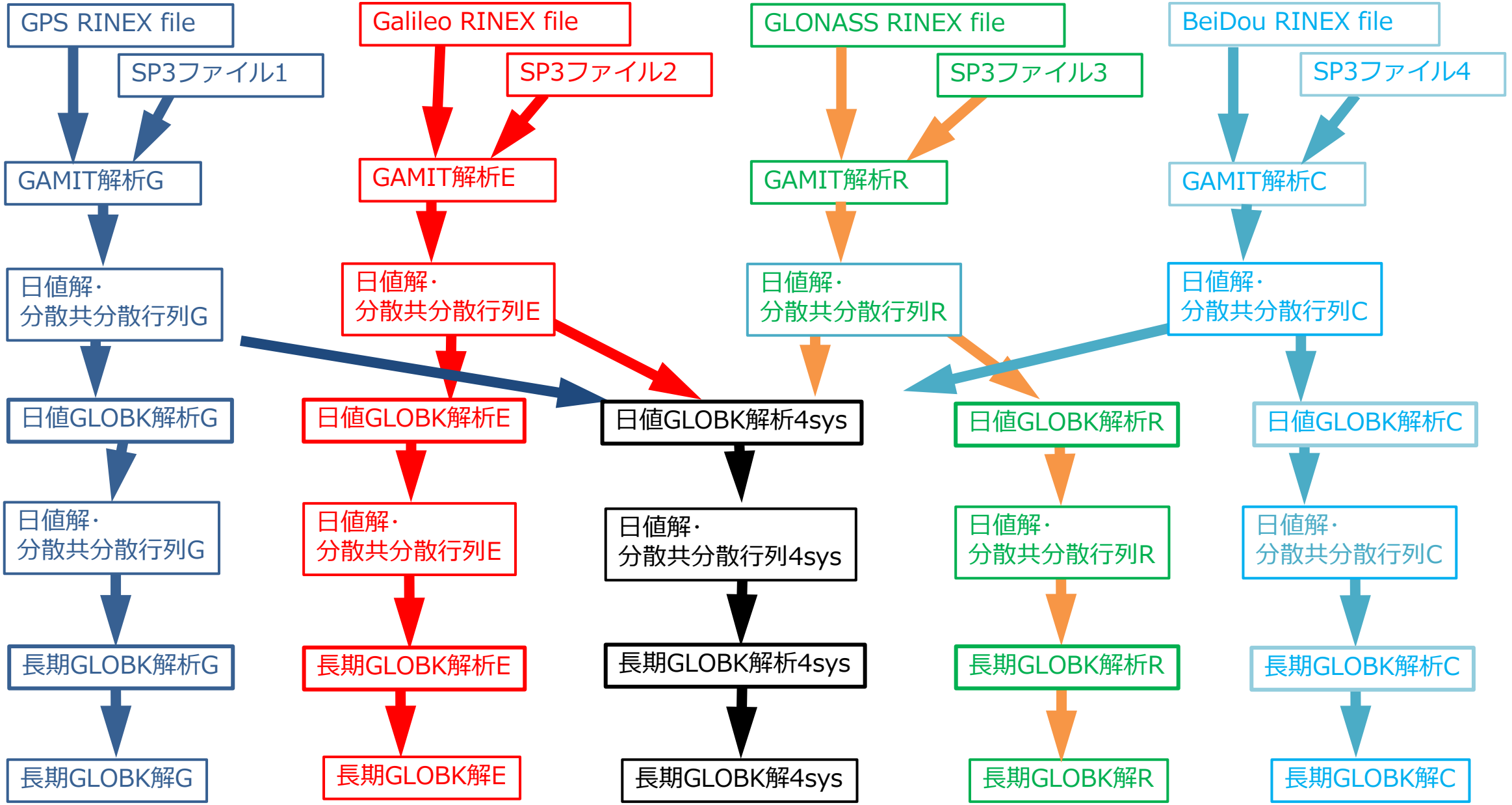
座標値を推定した日本周辺のIGS点



座標基準点に用いたIGS点



解析手順


GPS RINEX file
SP3ファイル1
GAMIT解析G
日値解・
分散共分散行列G
日値GLOBK解析G
日値解・
分散共分散行列G
長期GLOBK解析G
長期GLOBK解G
Galileo RINEX file
SP3ファイル2
GAMIT解析E
日値解・
分散共分散行列E
日値GLOBK解析E
日値解・
分散共分散行列E
長期GLOBK解析E
長期GLOBK解E
GLONASS RINEX file
SP3ファイル3
GAMIT解析R
日値解・
分散共分散行列R
日値GLOBK解析4sys
日値解・
分散共分散行列4sys
長期GLOBK解析4sys
長期GLOBK解4sys
日値GLOBK解析R
日値解・
分散共分散行列R
長期GLOBK解析R
長期GLOBK解R
BeiDou RINEX file
SP3ファイル4
GAMIT解析C
日値解・
分散共分散行列C
日値GLOBK解析C
日値解・
分散共分散行列C
長期GLOBK解析C
長期GLOBK解C

解析結果の座標値解をJAXAつくば点(TKBG)を例に紹介

- 衛星システム毎の2025年7月1日から2026年6月30日までの線形変動を除いた時系列を，4衛星システムすべてを利用した場合の時系列とともに紹介
- 衛星システム毎の2025年7月1日から2026年6月30日までの1年間のGLOBK解による座標値解を，4衛星システムすべてを利用した場合及びGPS・Galileoのみを用いた場合の座標値解とともに紹介．エラーバーは標準偏差
- JAXAつくば点(TKBG)の座標値解で代表して紹介．
  JAXAつくば点の機器は下記の通り
  受信機：TRIMBLE ALLOY
  アンテナ：TRIMBLE 159900.00
  レドーム：SCISレドーム

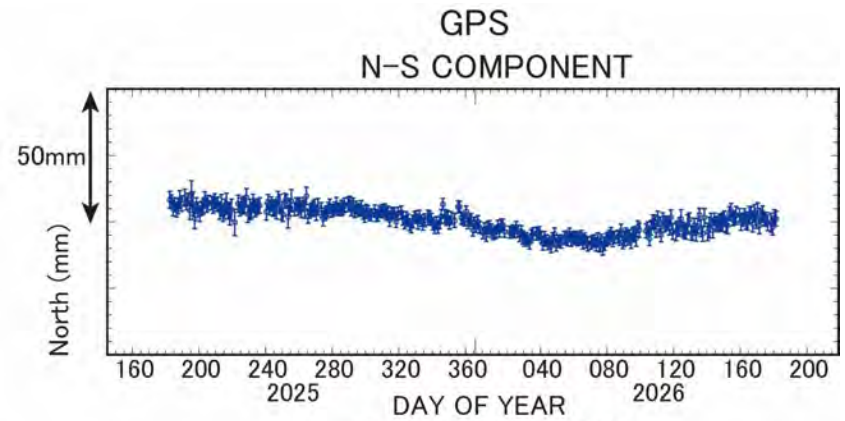


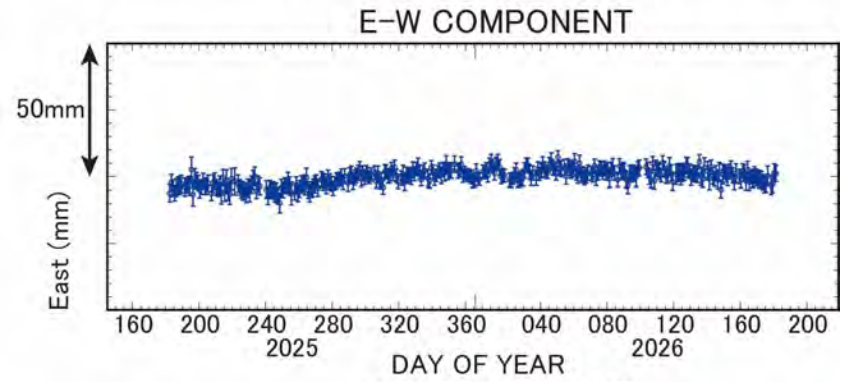


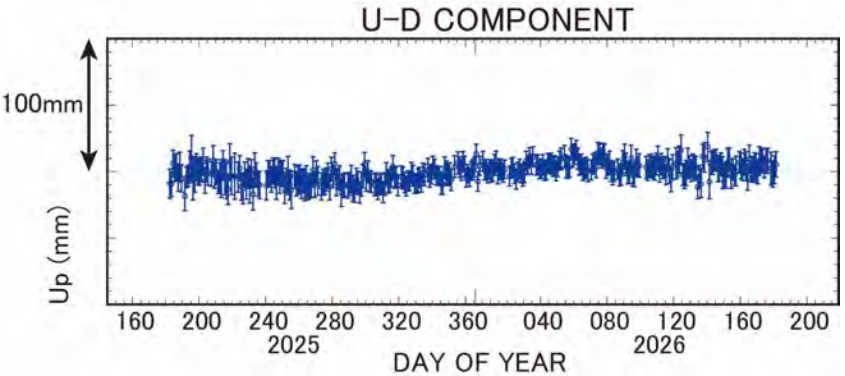
JAXAつくば点(TKBG)：IGS HPから

JAXAつくば点(TKBG)の各衛星システム解の時系列(1)

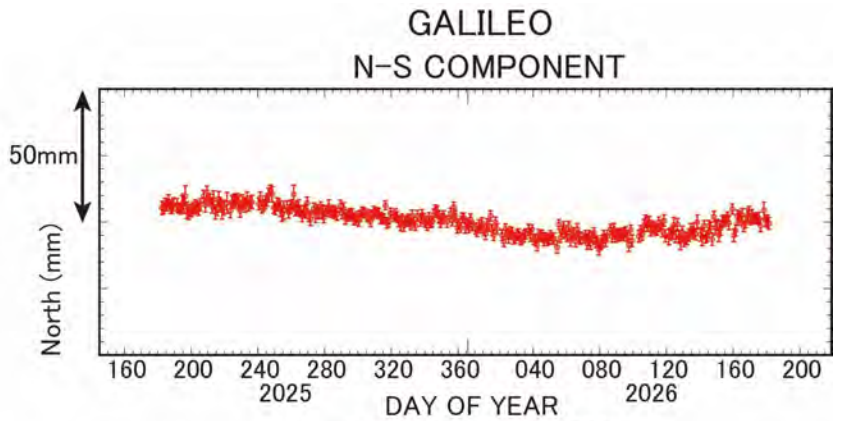
GPS

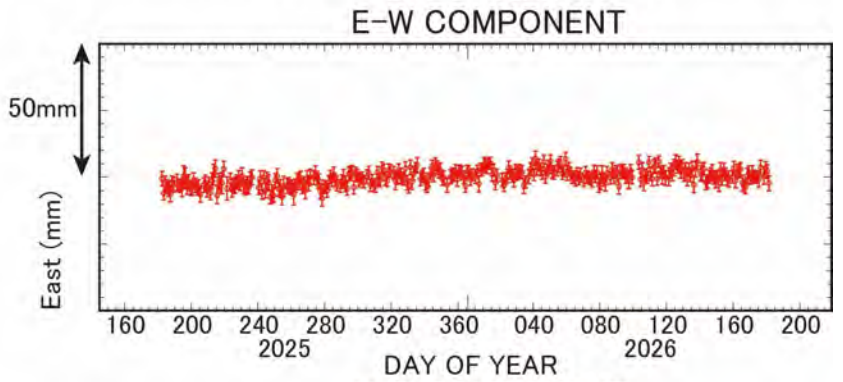


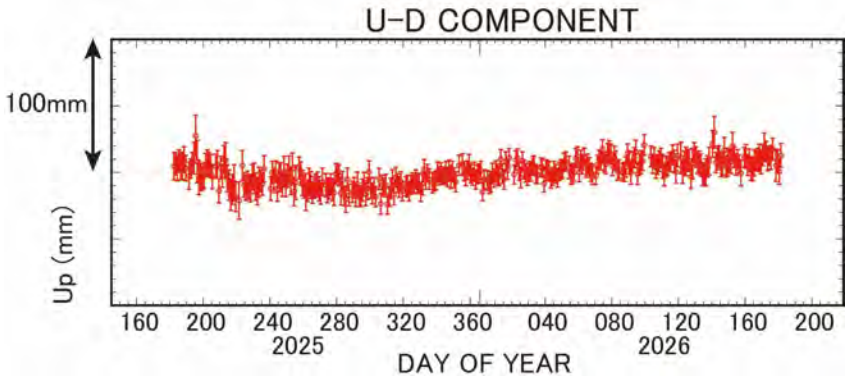




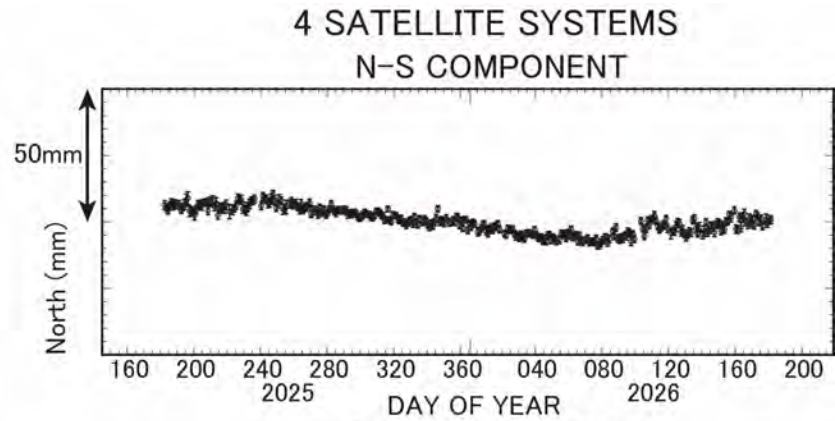
Galileo

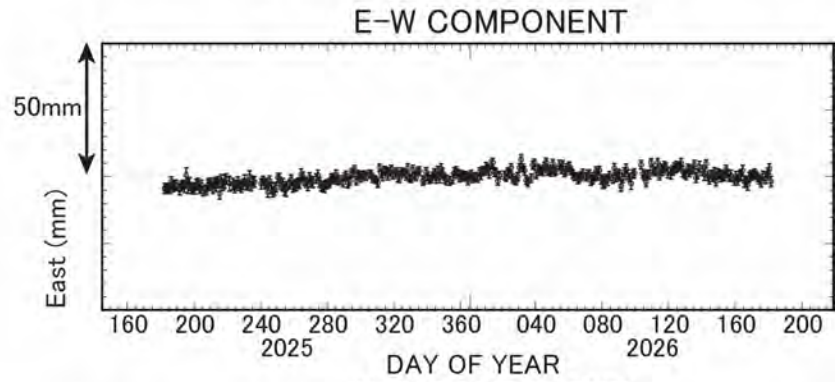


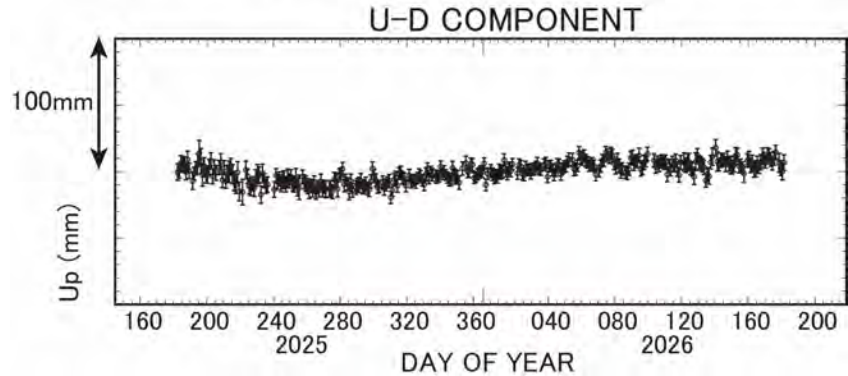




4 Satellite Systems

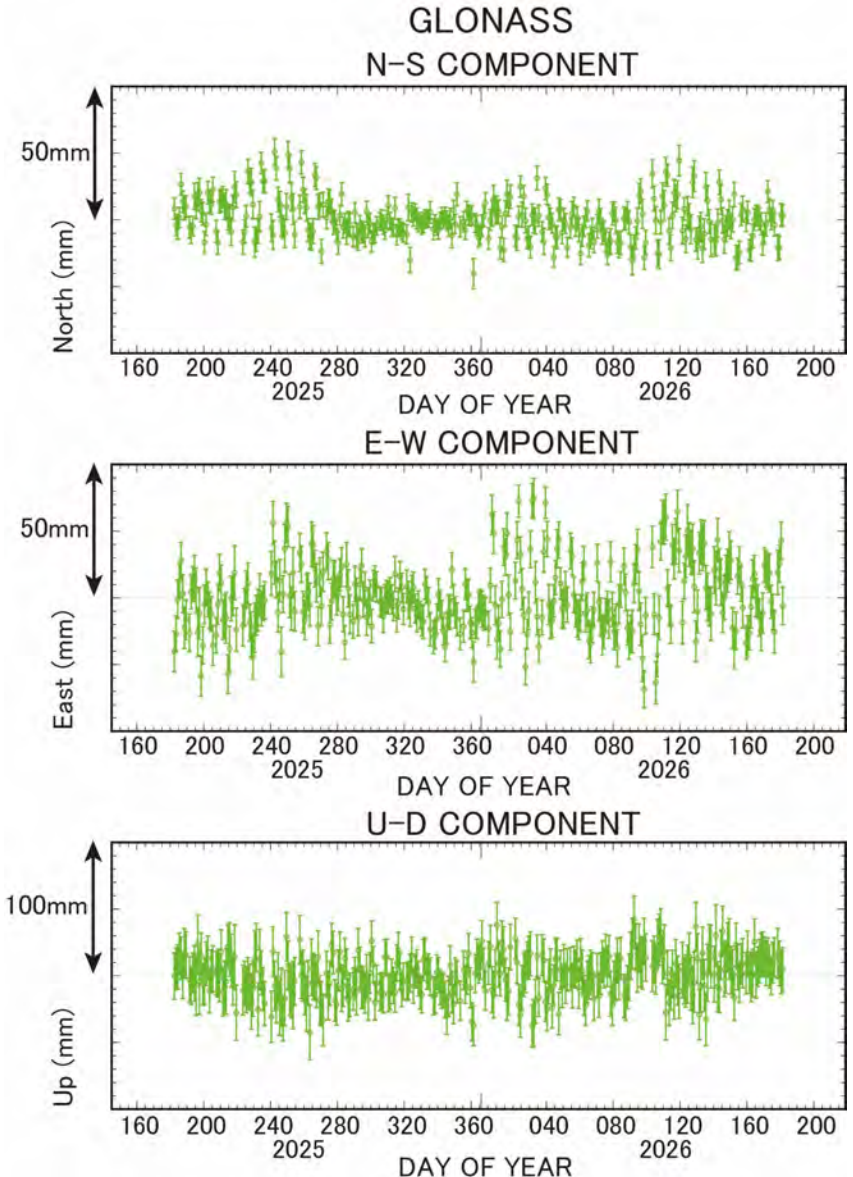




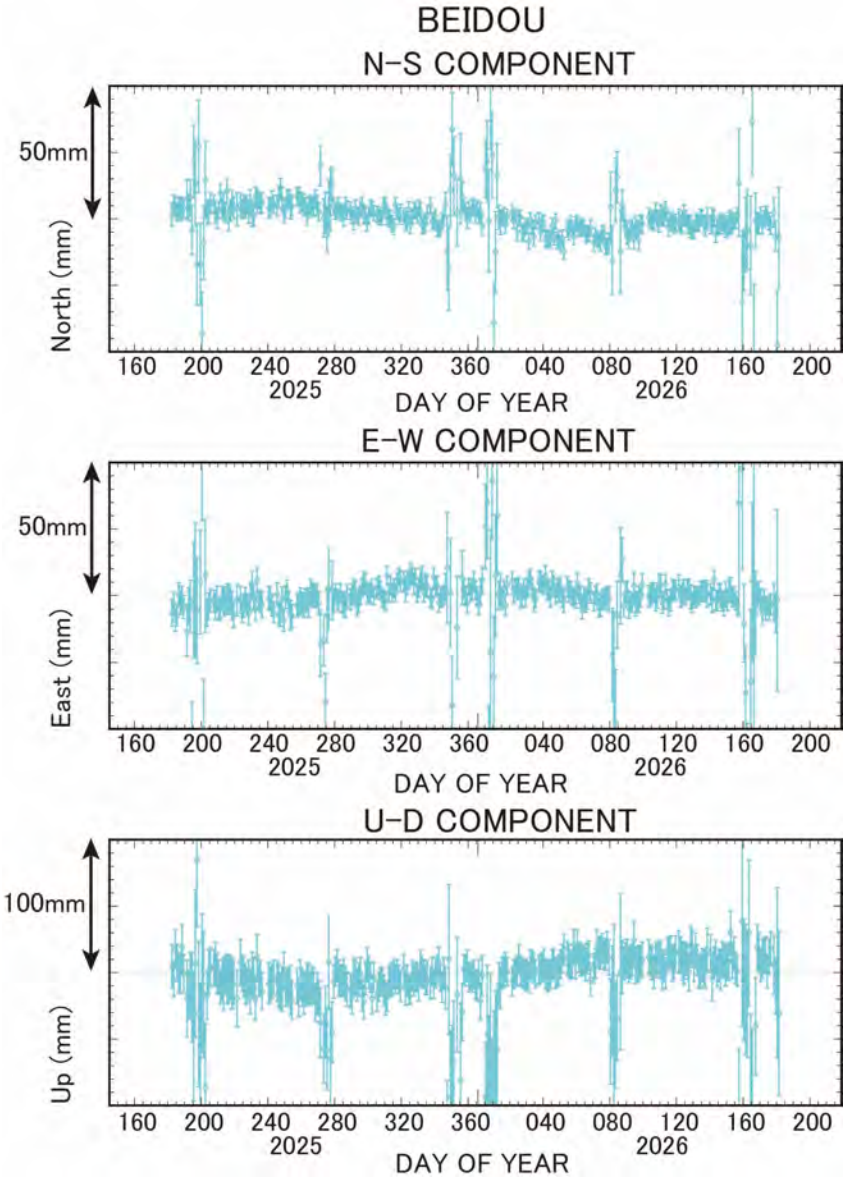


JAXAつくば点(TKBG)の各衛星システム解の時系列(2)

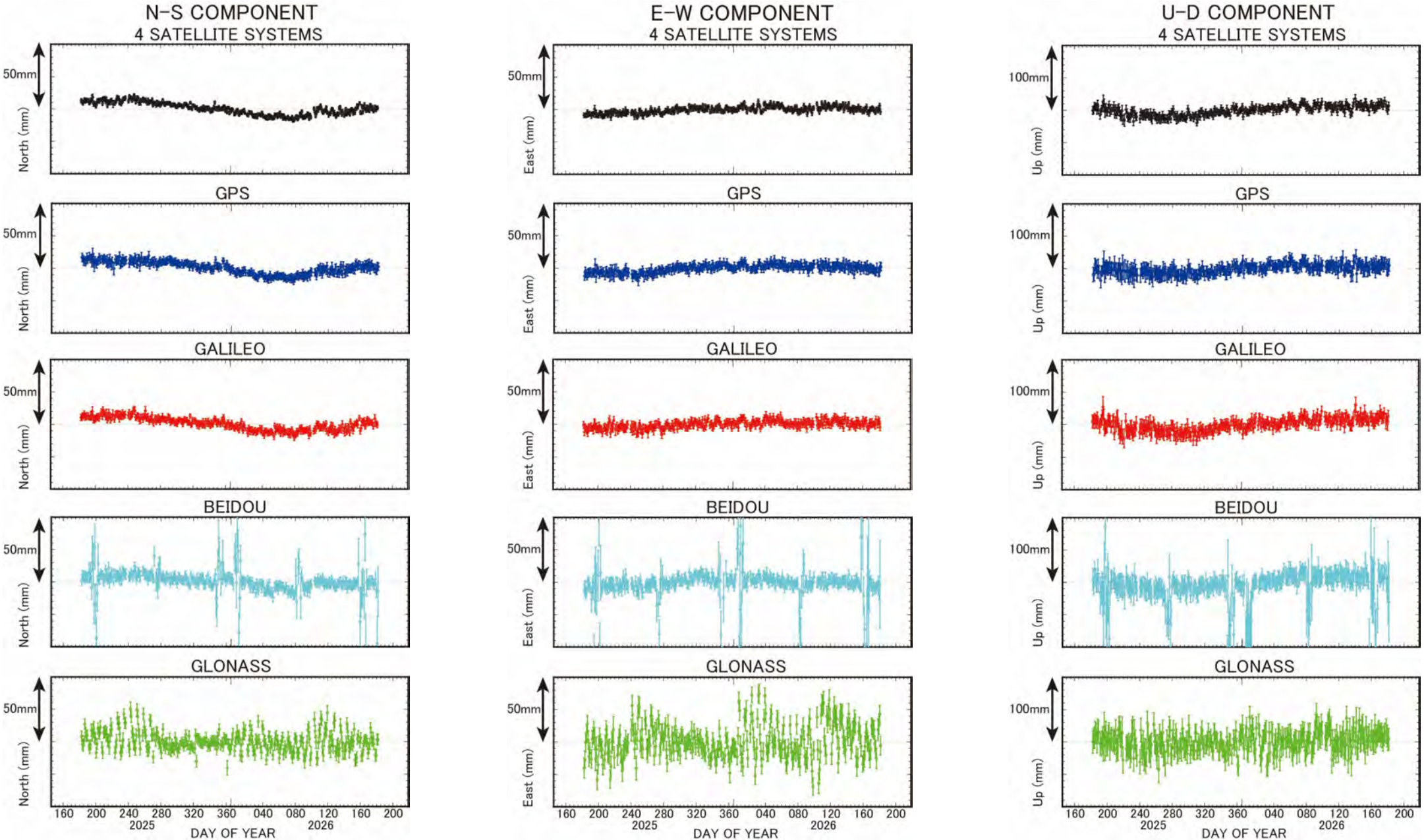
GLONASS



BeiDou

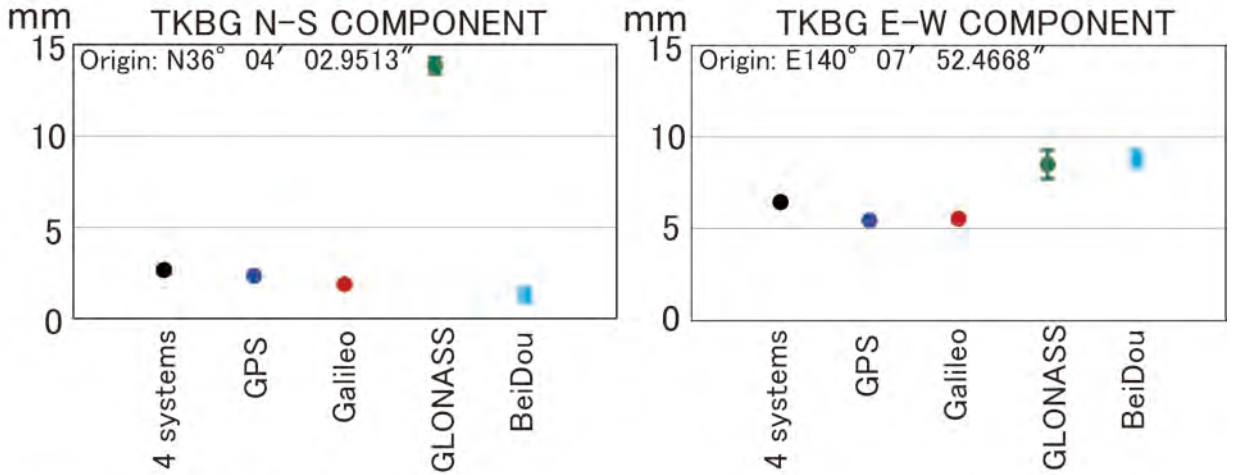


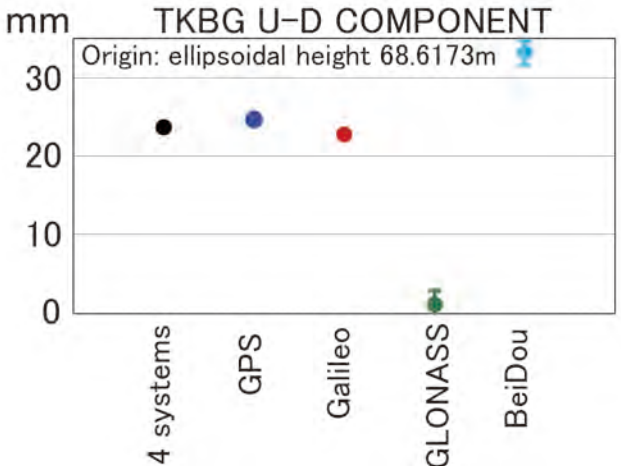
JAXAつくば点(TKBG)の各衛星システム解時系列の比較



JAXAつくば点(TKBG)の1年間のGLOBK座標値解3成分

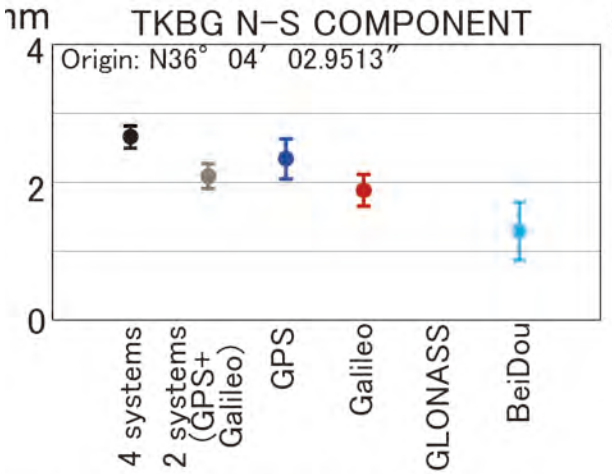
4衛星システム解と各衛星システムの解

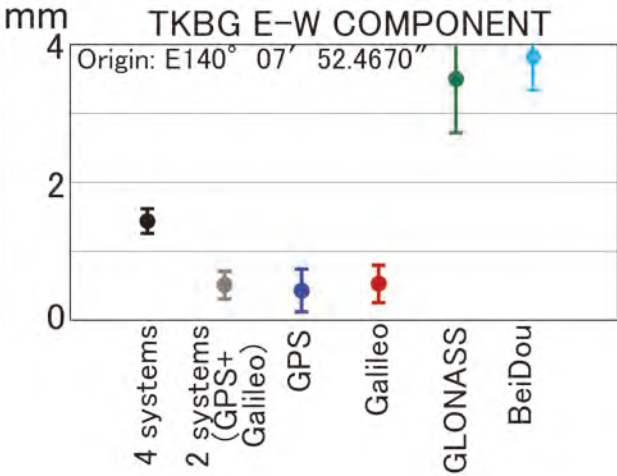


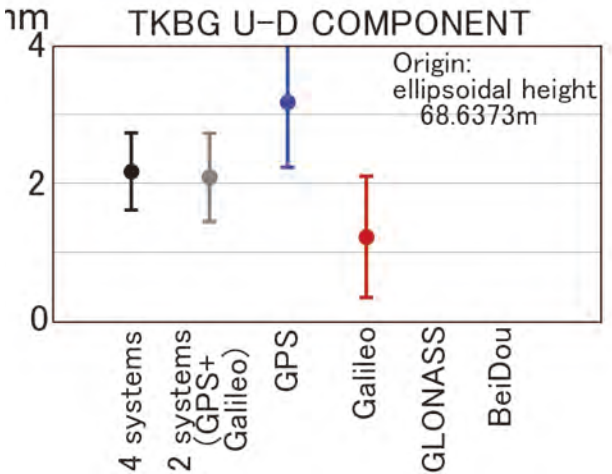


GLONASSとBeiDouとの衛星システム解上下成分ではバーコードが図の範囲からスケールアウトしている

4衛星システム解，GPS・Galileoの2衛星システム解と各衛星システムの解







GLONASSとBeiDouとの衛星システム解では図の範囲からスケールアウトしている

まとめ

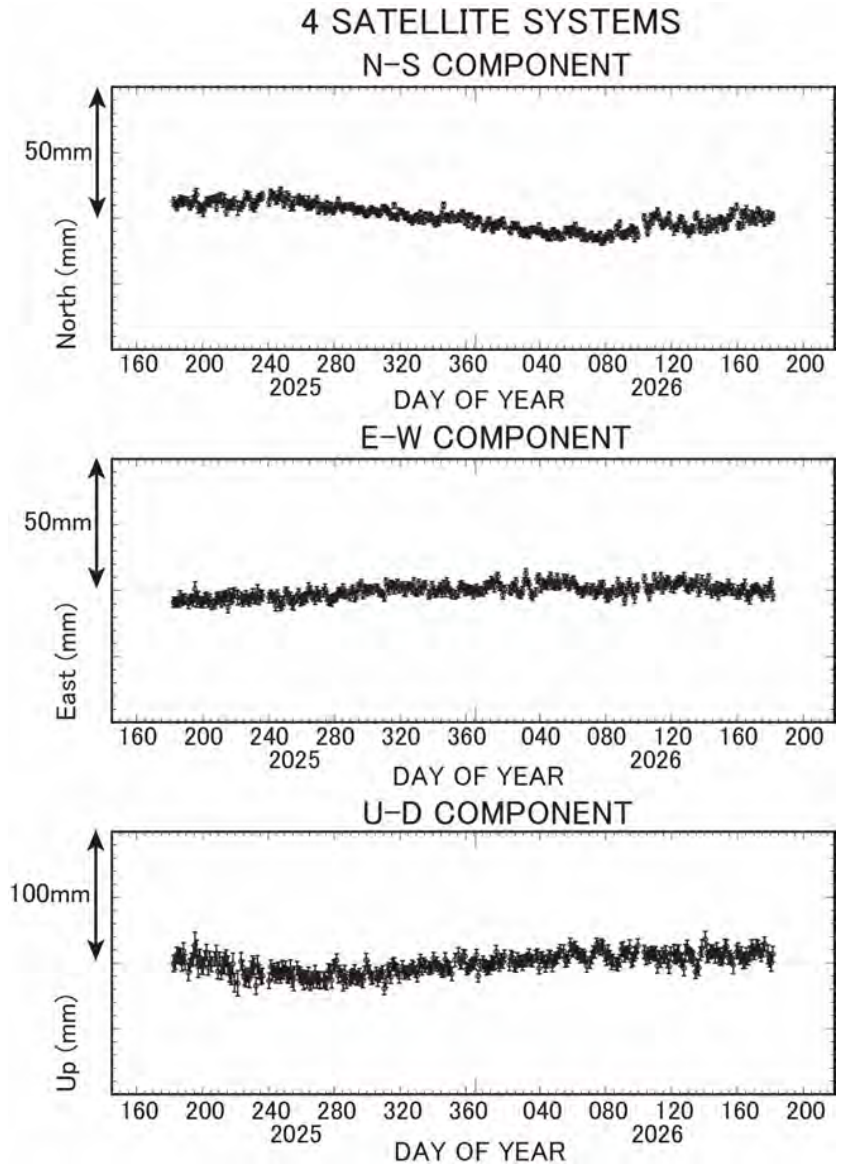
- 2025年7月1日から2026年6月30日の１年間の，日本周辺のIGS点について，GPS･Galileo･GLONASS･BeiDouの４衛星システムの観測データとGAMITプログラムを用いて，座標値解を求めた
- JAXAつくば点(TKBG)の座標値解を見ると：

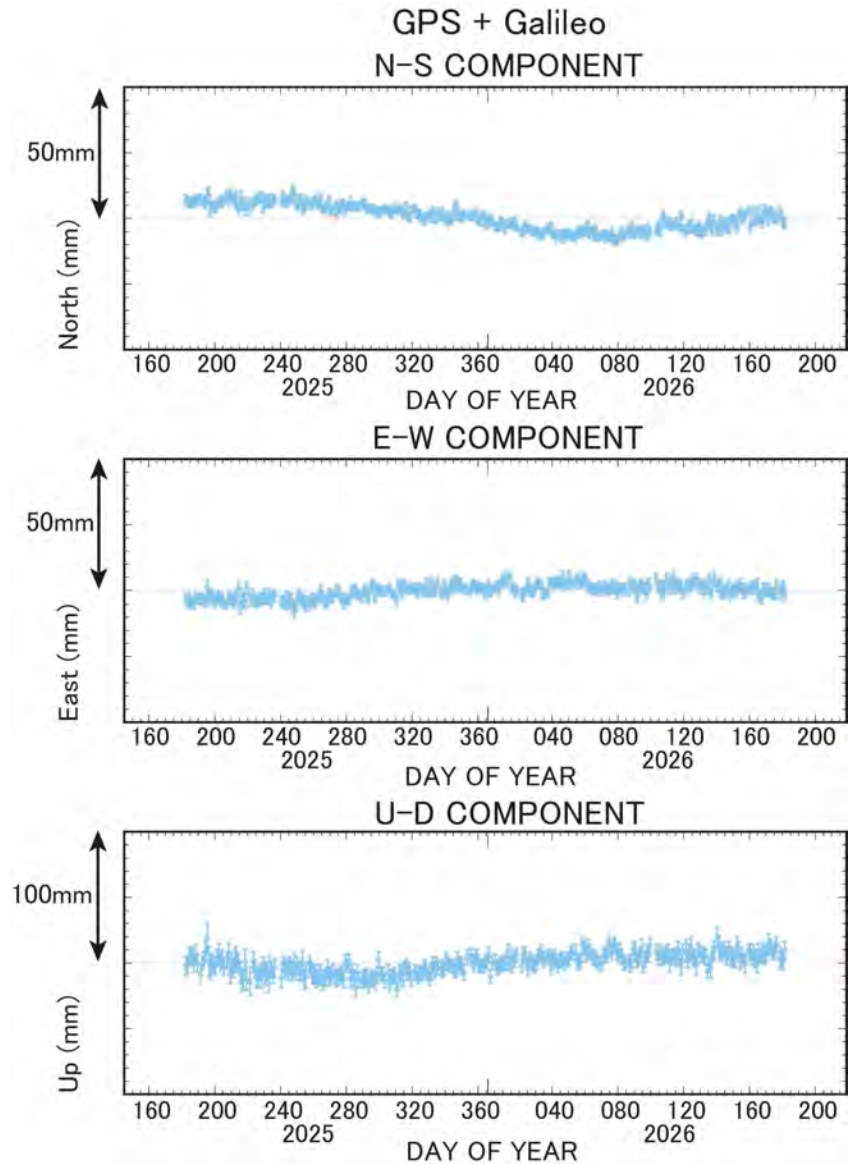
  GPS･Galileoの2衛星システムでは年値の座標値解の絶対値及び日値解･年値解の標準偏差に，顕著な差異は見られなかった

  BeiDou衛星システムでは，日値座標値解にときどき顕著なばらつきが見られた

  GLONASS衛星システムでは，ほぼ年間を通じて日値座標解に大きなばらつきが見られた
- GPS，Galileoのそれぞれの年値座標解が誤差の範囲で一致するのに対して，BeiDou，GLONASSのそれぞれの年値座標解は，GPSやGalileoの座標値解からは大きな差が見られた
- GPS衛星システムのみの解からmulti GNSS解へと移行するのであれば，GPSとGalileoの2衛星システムの解を求めることが適当である

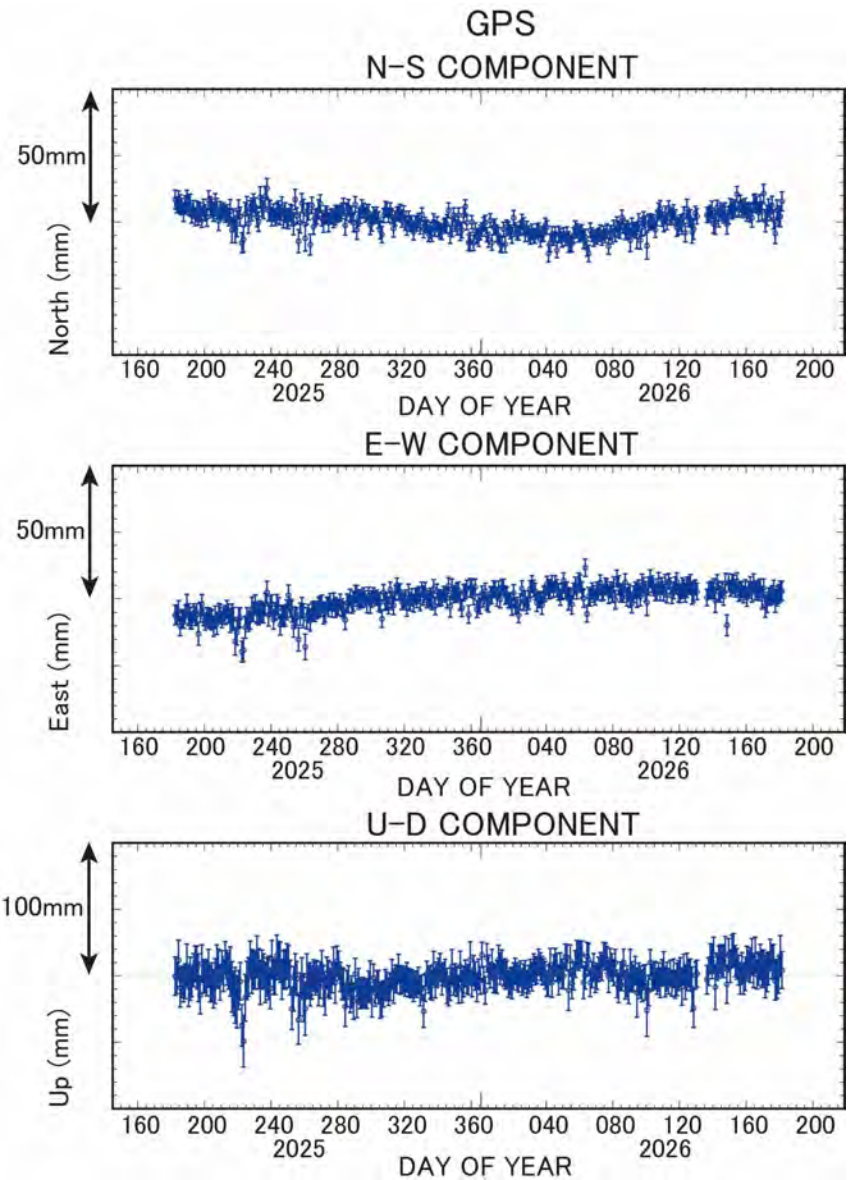
JAXAつくば点(TKBG)の4衛星システム解とGPS･Galileoの2衛星システム解との時系列



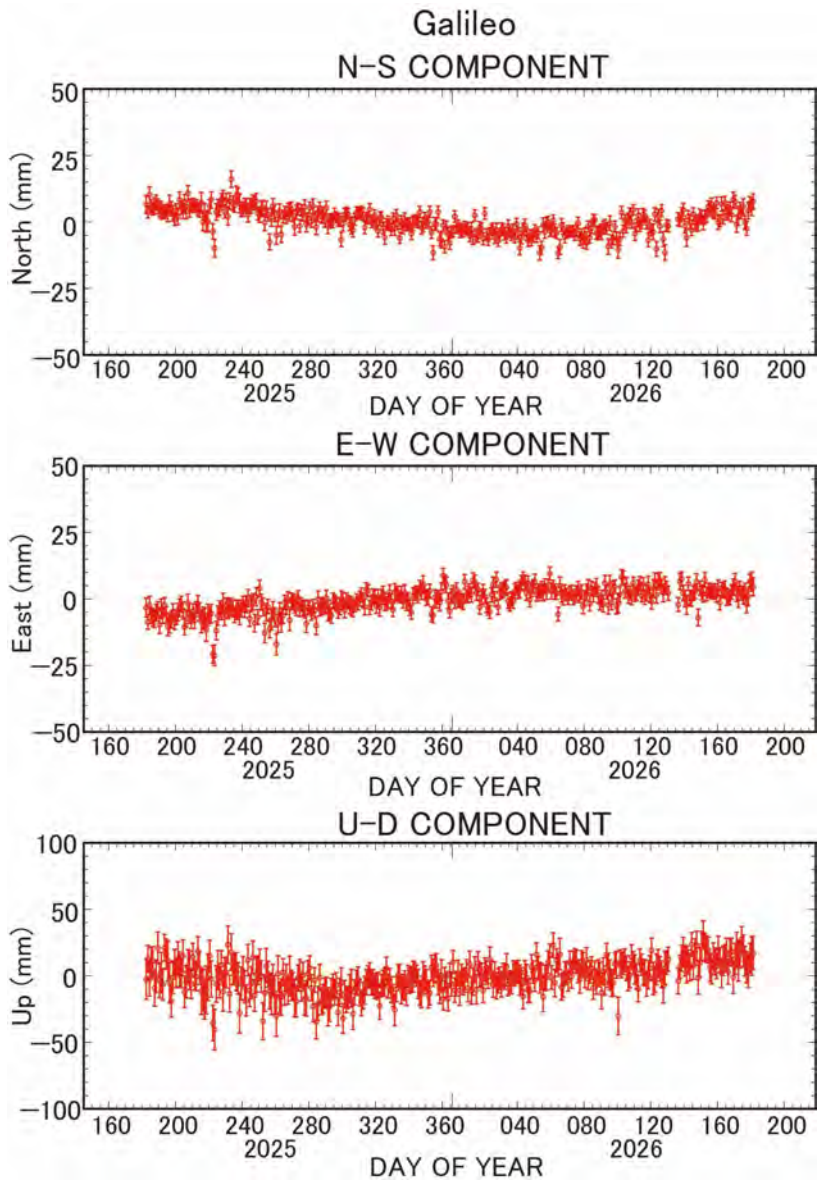


臼田点(USUD)の各衛星システム解の時系列(1)

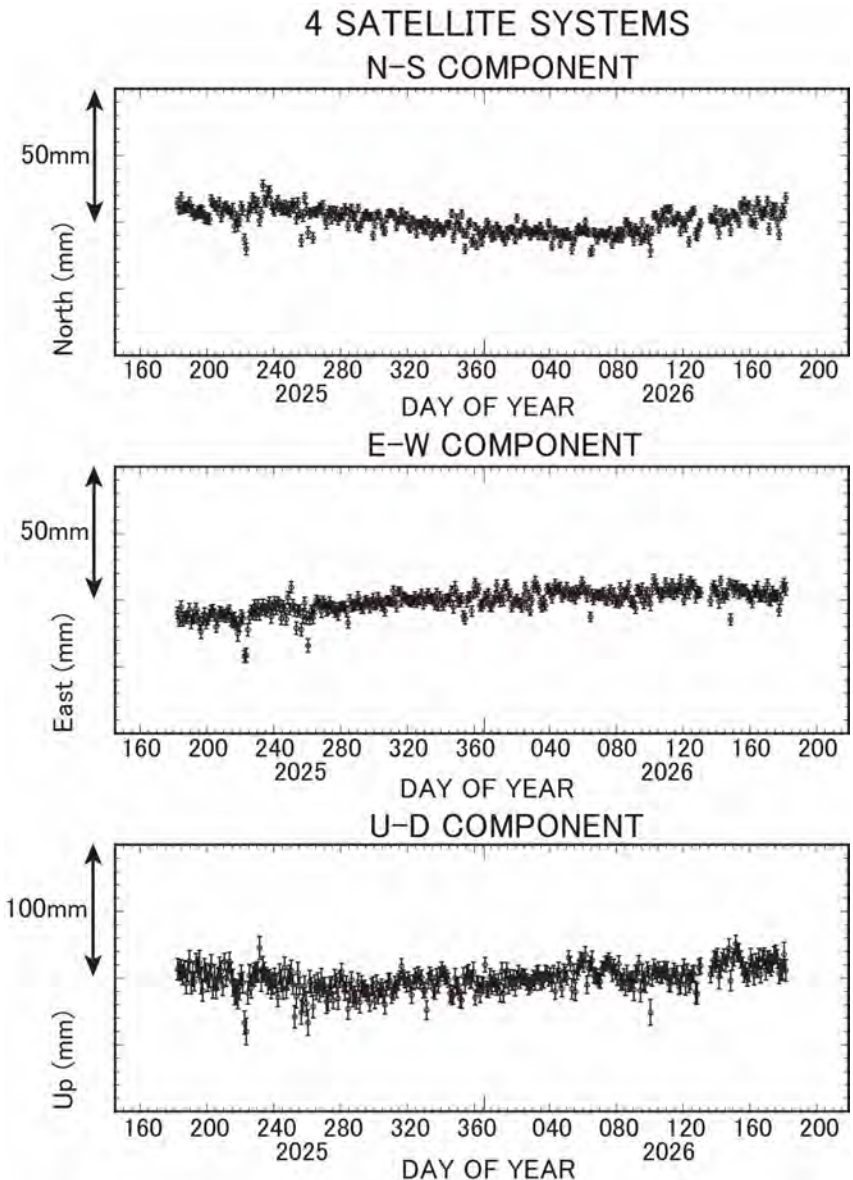
GPS



Galileo

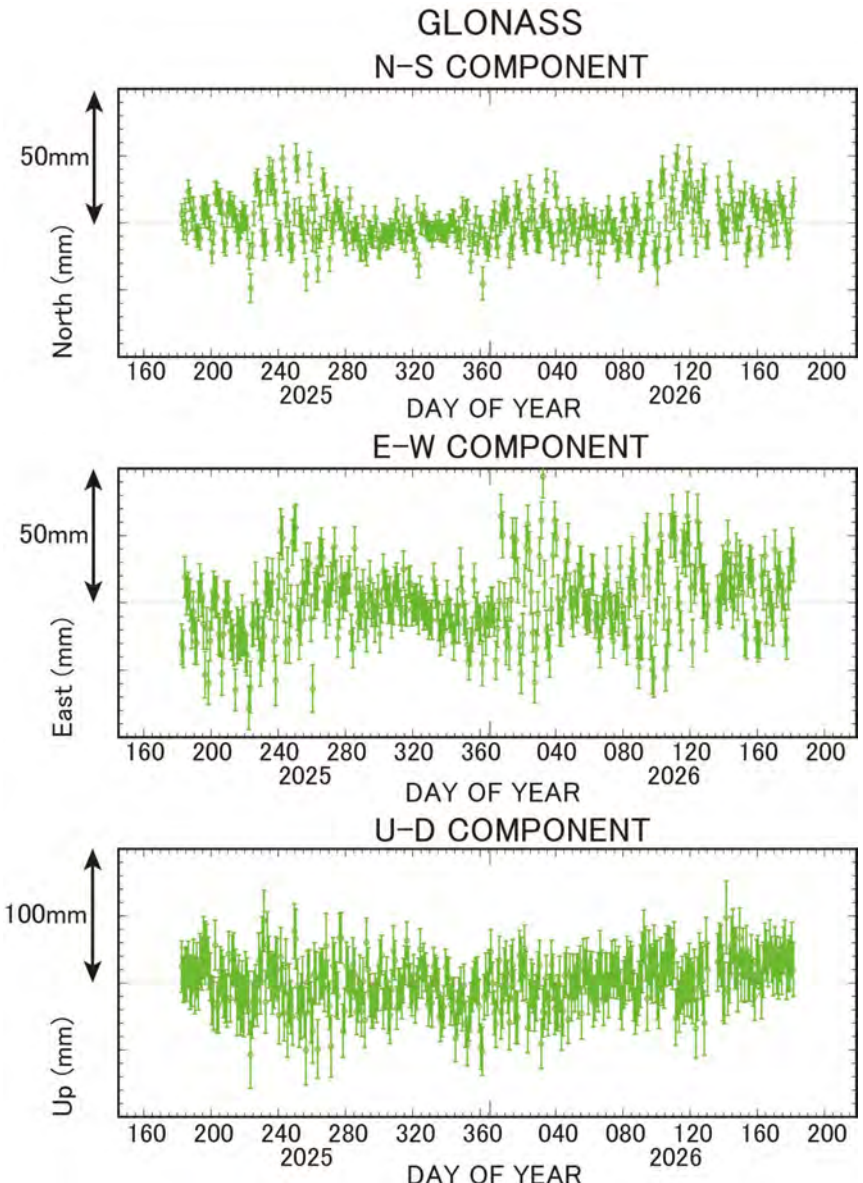


4 Satellite Systems

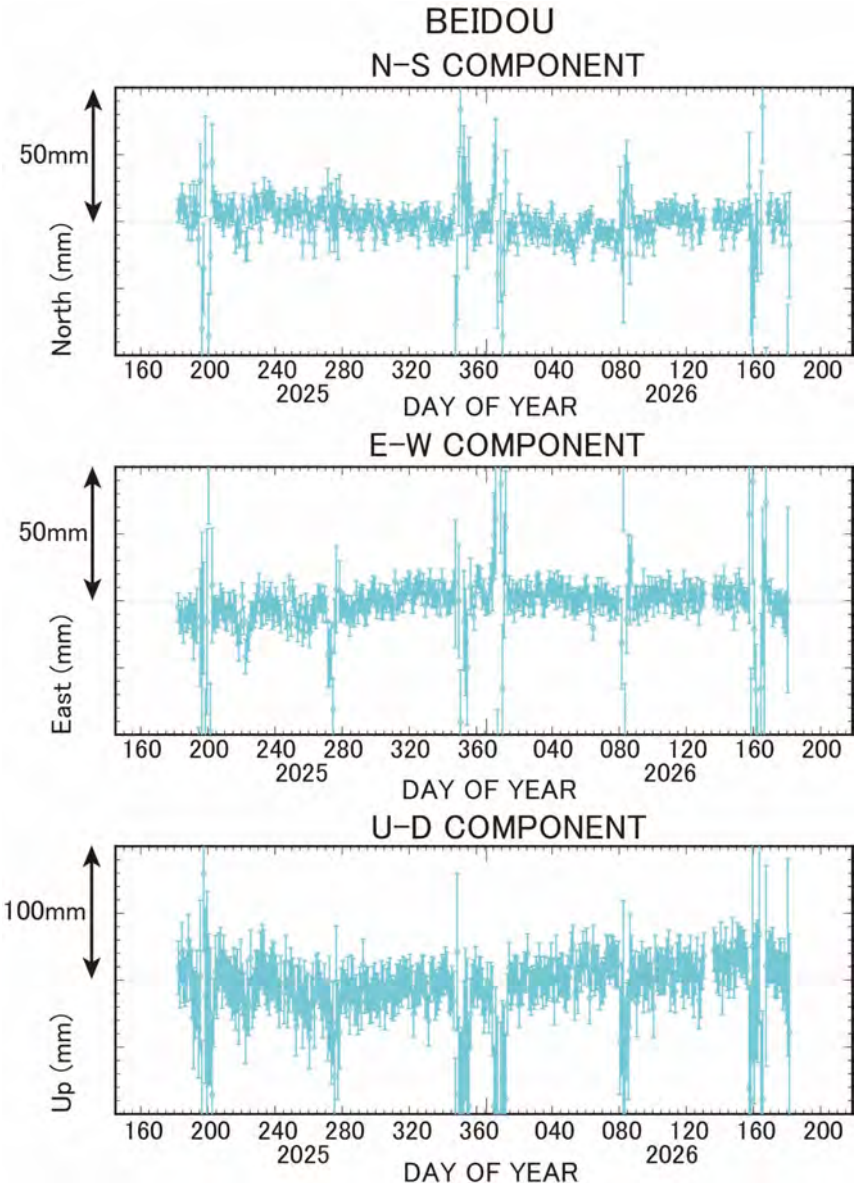


臼田点(USUD)の各衛星システム解の時系列(2)

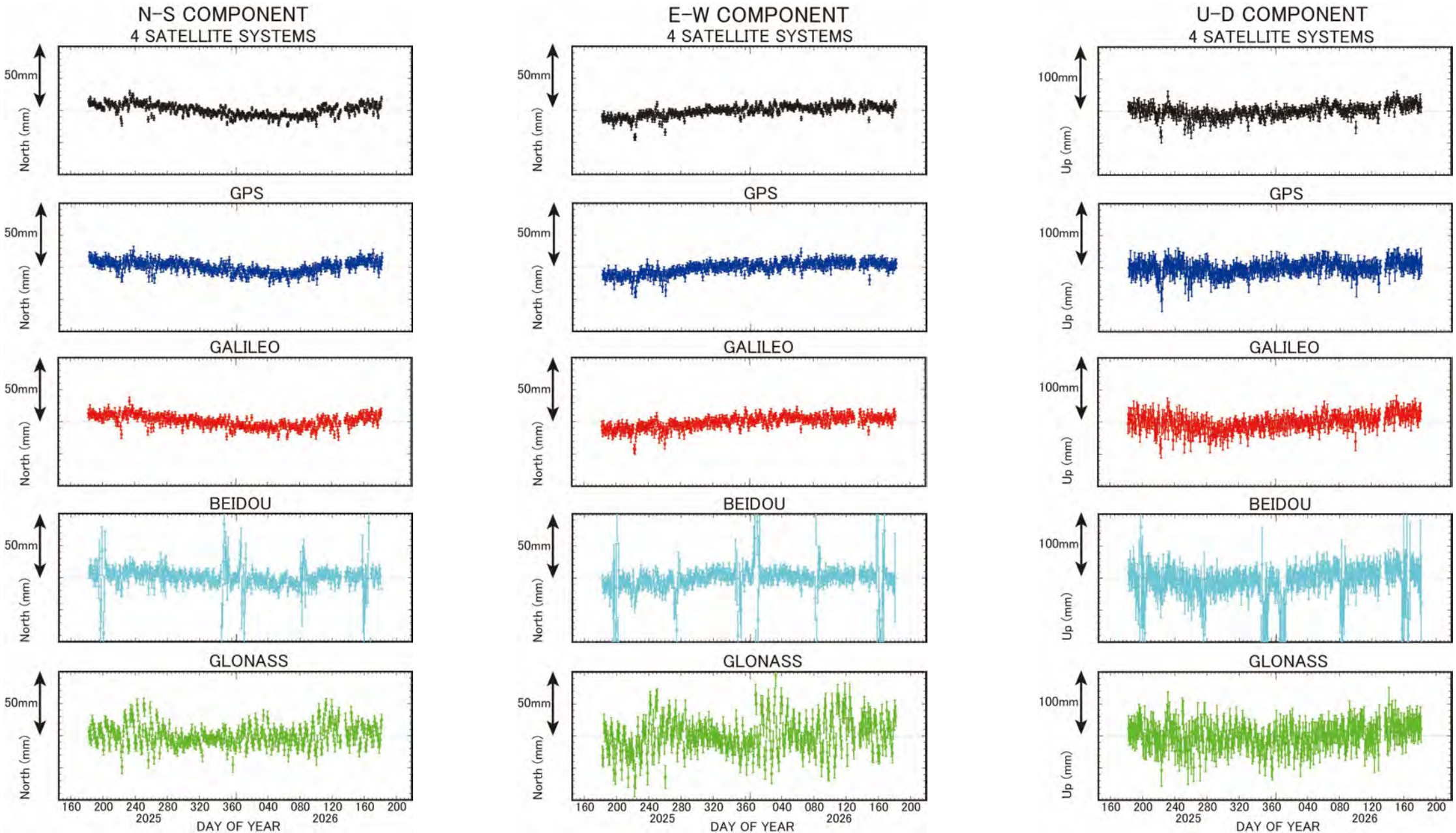
GLONASS



BeiDou



臼田点(USUD)の各衛星システム解時系列の比較



JAXAつくば点(TKBG)と臼田点(USUD)の1年間のGLOBK座標値解から求めた線形速度(mm/yr)

4衛星システム解

観測点名	N-S成分	E-W成分	上下成分
TKBG	−13.43±0.28	4.51±0.33	17.27±1.03
USUD	−2.07±0.31	6.63±0.37	13.50±1.28

GPS衛星システムの解

TKBG	−12.52±0.53	5.42±0.56	13.04±1.77
USUD	0.03±0.61	7.87±0.63	9.11±2.34

Galileo衛星システムの解

TKBG	−13.85±0.43	4.63±0.50	19.92±1.63
USUD	−2.84±0.48	6.95±0.55	15.80±2.01