準天頂衛星の増加に伴う GPS 測位の精度変化の検証

日本大学　学生会員　○中島　和希
日本大学　正会員　佐田　達典
日本大学　正会員　江守　央
日本大学　学生会員　酒井　昴紀

１．はじめに

わが国が開発運用を進めている準天頂衛星システム「みちびき」は，英語では QZSS（Quasi-Zenith Satelite System）と表記され，準天頂軌道の衛星と静止軌道の衛星で構成される．

2010 年 9 月に QZSS の初号機が打ち上げられ，各種の利用実証実験が実施されてきた．2017 年 6 月に 2 号機が打ち上げられ，同年 8 月には 3 号機，同年 10 月には 4 号機が打ち上げられた．また，初号機，2 号機，4 号機は準天頂軌道であり，3 号機は静止軌道である[1)]．

QZSS は 3 機が順番に日本の天頂付近に位置する様に配置され，1 日 24 時間ほぼ常時天頂付近に滞留する．天頂付近に常に衛星がいることは，測位の安定と高精度化に大きく寄与すると期待されている．天頂付近の衛星から送信される電波は，上空が遮断されていない限りどこからでも受信できるので，その利用可能性が高まるとともにマルチパスの影響も少なく，測位精度の向上が期待される．

そこで本研究では，GPS のみを利用した場合と，QZSS を併用した場合の精度を比較して精度変化を検証することを目的とする．実験を行った 2017 年 12 月 8 日時点では QZSS 初号機と 2 号機のみが運用中であったため，GPS のみ，GPS と QZSS1 機，GPS と QZSS2 機の 3 つのパターンを解析し比較を行った．

２．実験方法

日本時間 2017 年 12 月 8 日 9:00～12 月 9 日 9:00 に日本大学理工学部船橋校舎 7 号館屋上にて基準局と移動局に Trimble 社製の GNSS 受信機である NetR9 を設置し，GPS と QZSS の電波信号をキネマティック測位モードで 1 秒間隔で 24 時間取得した．

３．解析方法

本研究では，RTKLIB ver2.4.2 を用いてキネマティック解析を 1 秒ごとに 24 時間行い，移動局の座標を求めた．解析のパターンは GPS のみ，GPS と QZSS1 機（初号機），GPS と QZSS2 機（初号機と 2 号機）とした．なお，解析に使用した衛星は仰角 15° 以上の衛星である．GPS のみを利用した場合の X 座標，Y 座標，標高（H 座標）の平均値を参照値とし，それと QZSS を併用した場合の精度を比較していく．

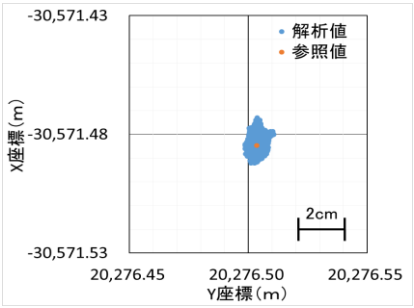
４．解析結果

（１）GPS のみ

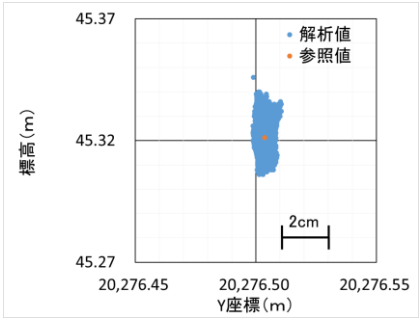
表－１に測位結果の統計値を示す．図－１は縦軸が X 座標（南北），横軸が Y 座標（東西）とした測位結果の平面分布図であり，図－２は縦軸が標高，横軸が Y 座標とした測位結果の立面分布図である．図－３は縦軸が標高，横軸が時間とした標高の時系列変動図である．

表－１　測位結果の統計値（GPS のみ）

	X座標(m)	Y座標(m)	H座標(m)
最大値	−30571.4730	20276.51063	45.3460
最小値	−30571.4921	20276.4987	45.3060
平均値	−30571.4848	20276.5036	45.3212
標準偏差	0.0019	0.0014	0.0044

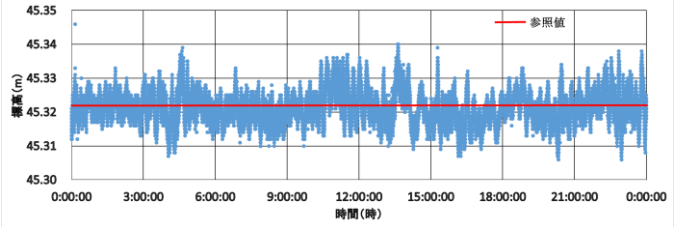


図－１　測位結果の平面分布図（GPS のみ）



図－２　測位結果の立面分布図（GPS のみ）

キーワード：QZSS　GPS　測位精度
連絡先：〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147



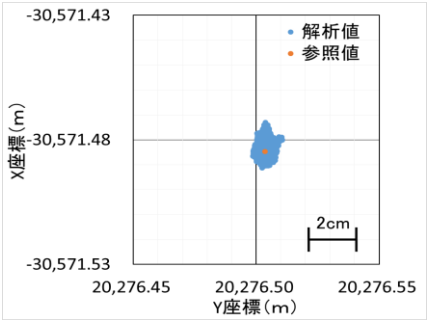
図－３　標高の時系列変動図（GPS のみ）

（２）GPS と QZSS１機

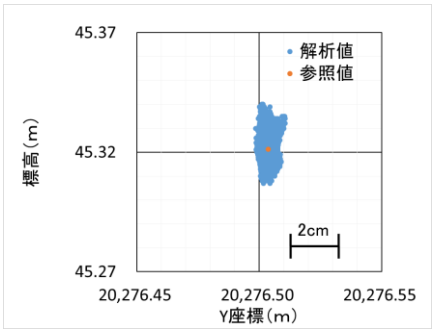
表－２に測位結果の統計値を示す．図－４は測位結果の平面分布図であり，図－５は測位結果の立面分布図，図－６は標高の時系列変動図である．

表－２　測位結果の統計値（GPS と QZSS1 機）

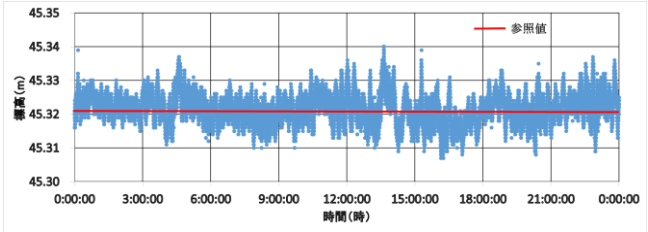
	X座標(m)	Y座標(m)	H座標(m)
最大値	−30571.4730	20276.51063	45.3400
最小値	−30571.4914	20276.4986	45.3070
平均値	−30571.4847	20276.5036	45.3215
標準偏差	0.0017	0.0014	0.0041



図－４　測位結果の平面分布図（GPS と QZSS1 機）



図－５　測位結果の立面分布図（GPS と QZSS1 機）



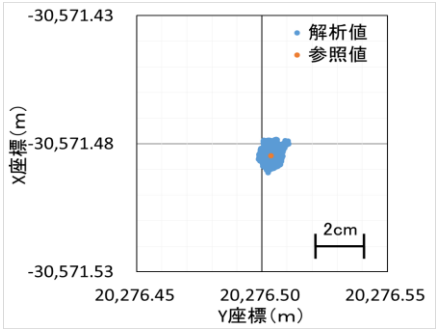
図－６　標高の時系列変動図（GPS と QZSS1 機）

（３）GPS と QZSS２機

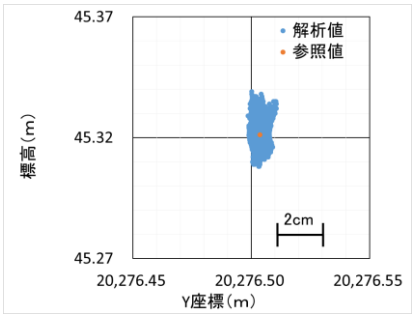
表－３に測位結果の統計値を示す．図－７は測位結果の平面分布図であり，図－８は測位結果の立面分布図，図－９は標高の時系列変動図である．

表－３　測位結果の統計値（GPS と QZSS2 機）

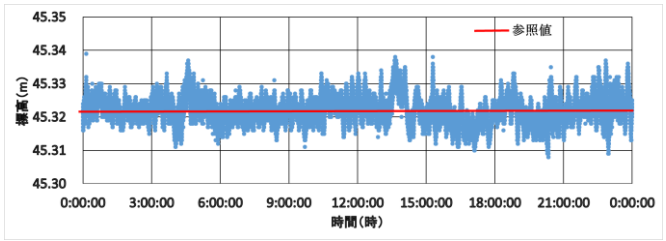
	X座標(m)	Y座標(m)	H座標(m)
最大値	−30571.4782	20276.51063	45.3390
最小値	−30571.4914	20276.4986	45.3080
平均値	−30571.4847	20276.5036	45.3220
標準偏差	0.0015	0.0013	0.0038



図－７　測位結果の平面分布図（GPS と QZSS2 機）



図－８　測位結果の立面分布図（GPS と QZSS2 機）



図－９　標高の時系列変動図（GPS と QZSS2 機）

５．考察

本研究では GPS に QZSS を併用した場合の精度の変化の比較を行なった．表－１，表－２，表－３から QZSS の増加に伴う標準偏差を比較すると，X 座標は 2mm ずつ減少しているが，Y 座標は 0mm と 1mm の減少に留まった．これに対して標高は 3mm ずつ減少している．このことから，併用する QZSS の増加に伴い，特に標高の測位精度が向上すると考えられる．

６．おわりに

今後の課題としては，QZSS が 4 機体制となった際の効果を検証し，精度向上方法を検討していきたい．

参考文献

１）内閣府宇宙開発戦略推進事務局：みちびき（準天頂衛星システム），＜http://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/eiseisokuchi600006.html＞，（入手：2018.3）．