

RTK 測位における Galileo の E5 信号選択とミス Fix 解発生に関する研究

日本大学 学生会員 ○入倉 望
 日本大学 正会員 佐田 達典
 日本大学 正会員 江守 央

1. はじめに

国土交通省の取り組みである i-Construction では、衛星測位を活用した建設技術の適用が推進されている。また GNSS (Global Navigation Satellite System) 測位は将来の自動運転、情報化施工、IT 農業等への利用が期待されている。GNSS 測位の課題の1つとして、観測点周辺の建物などによる電波反射等の影響を受けやすいという課題がある。その現象をマルチパス現象と呼び、GNSS 受信機のアンテナに衛星から直接到達する電波信号に加え、建物などに反射や回折した電波信号が入社することにより、信号強度 (SNR 値) が低下した質の低い信号を測位に使用することで精度が低下する原因となる。

一方、国土地理院は2015年にマルチ GNSS 測量マニュアル (案) -近代化 GPS, Galileo 等の活用-にて、これまで作業規程の準則で使用可能な GPS, QZSS, GLONASS に加えて Galileo についても規定している。Galileo を加えることによって、マルチパス環境下での可視衛星数が増加することによる測量可能な場所や時間帯の拡大が期待されている¹⁾。

既存研究として、宇野ら²⁾による高精度衛星測位における GPS/QZSS と Galileo の併用効果に関する研究がある。GPS/QZSS に Galileo, GLONASS の衛星測位システムの組み合わせでの比較を行っており、マルチパス環境下において GLONASS 併用よりも Galileo 併用が有意な効果があることを示した。加えてマルチパス環境下で RTK 測位を使用するにあたり Fix 解を安定して利用するには誤差の大きいミス Fix 解を発生させないことも必要である。

本研究では、建物近傍のマルチパス環境下で RTK 静止測位実験を行い、Galileo の3種類ある E5 信号の個別の効果と組み合わせ効果の比較検証を行った。その結果、表-1の実験 B, F の実験 (E5b 単体と E5b・E5AltBOC)

において Fix 解で誤差が 1m 以上となるミス Fix 解が存在した。そこでその解の前後の状況を分析し、マルチパス環境下で頑健とされる Galileo の信号のうち、ミス Fix 解を発生させない条件を把握することを目的とする。

表-1 実験パターン

実験	使用した E5 信号	観測時間
A	① E5a ② E5AltBOC	2021年10月29日 UTC2:14:29~4:20:56
B	① E5AltBOC ② E5b	2021年10月29日 UTC4:22:38~6:34:59
C	① E5a ② E5b	2021年11月1日 UTC0:44:35~3:23:34
D	① E5a ② E5a, E5AltBOC	2021年11月1日 UTC3:25:32~5:54:40
E	① E5a, E5b ② E5a, E5AltBOC	2021年11月8日 UTC0:59:00~3:46:26
F	① E5b, E5AltBOC ② E5a, E5AltBOC	2021年11月8日 UTC3:48:45~6:40:50
G	① E5a, E5b, E5AltBOC ② E5a, E5AltBOC	2021年11月2日 UTC0:49:50~3:22:47
H	① E5a, E5b, E5AltBOC ② E5a, E5b	2021年11月2日 UTC3:24:18~6:11:30

2. 実験概要

本研究では、建物近傍のマルチパス環境下で、GPS, QZSS, Galileo の衛星測位システムの組み合わせでの観測を行い、そのなかで Galileo の E5 信号3種類の選択条件のみを変化させ、二対比較により RTK 測位による精度比較を行った。観測場所は図-1 の日本大学理工学部船橋キャンパス交通総合試験路の基準点であり、約3時間の観測を行った。受信機は基準局 (地点 103) では Trimble 社の Alloy, 移動局 (地点 213) では Trimble 社の NetR9 を2台用いた。移動局側はアンテナケーブルを分岐して2台の受信機で同時に受信を行い、Galileo の E5 信号部分の受信条件を変化させた2パターン同時での観測を行った。仰角は 15° で取得間隔は1秒である。

キーワード RTK, Galileo, GNSS, E5 信号

連絡先〒274-0063 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学大学院理工学研究科交通システム工学専攻 空間情報研究室
TEL047-469-8147

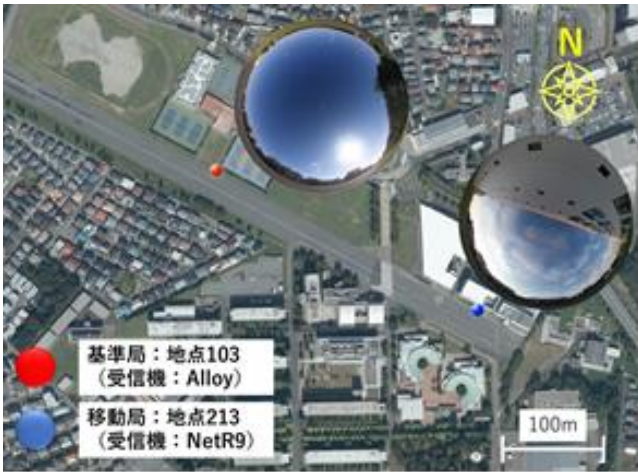


図-1 実験場所と天空図（国土地理院地図より作成）

3. 実験結果

実験の結果、実験 B と F において Fix 解の中に誤差 1m 以上の解が 1 点存在した。実験 B では E5 信号の選択を E5b のみにしたパターン、実験 F では E5b, E5AltBOC を選択したパターンである。ただし、実験 B では E5AltBOC のみを選択した場合、実験 F では E5a と E5AltBOC を選択した場合はミス Fix 解の発生はない。したがって、ミス Fix 解が出現したパターンに共通している点として E5b 信号を受信していたことが挙げられる。取得したミス Fix 解の前後 10 秒分に着目し較差と観測衛星数の関係を分析した。図-2 には平面直角座標 X 系の x, y および標高の地点 213 の参照値からの座標の較差を示した。グラフ内の黒丸がミス Fix 解でありその他の解はすべて Float 解である。

実験 B において黒丸の点は各座標ともに Fix 解が Float 解よりも参照値から大きな較差を生じていることが分かる。実験 F では B ほどではないがミス Fix 解の較差が大きくなっていることが分かる。

次に実験 B, F における観測衛星数についてのグラフを図-3 に示す。黒丸の点がミス Fix 解を示した点でありその他の点は Float 解である。各座標はミス Fix 解発生時に較差が大きくなっていたが観測衛星数でみるとミス Fix 解発生時に観測衛星数の変化が見て取れる。

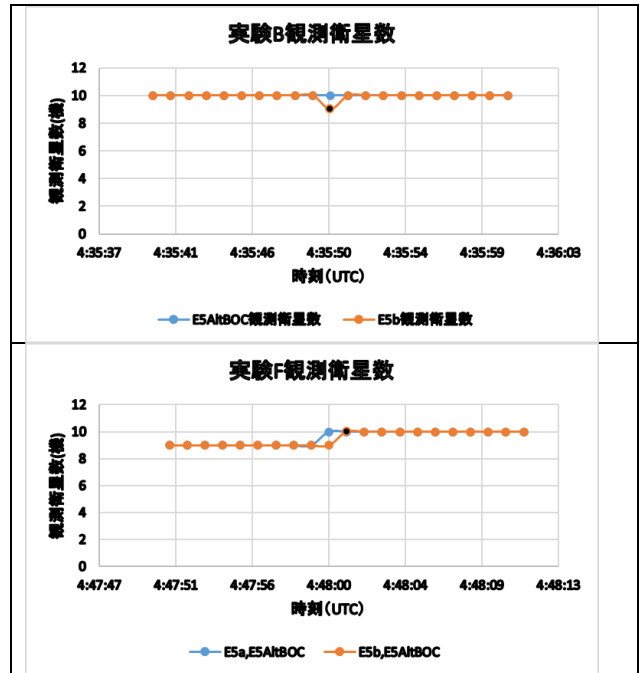


図-3 実験 B, F の観測衛星数

5. まとめ

本研究では RTK 測位による Galileo の E5 信号の組み合わせの比較を行い、その中で実験 B, F にて生じた誤差 1m の Fix 解の前後 10 秒の Float 解も含む解に着目した。結果として、ミス Fix 解は Float 解の途中で観測衛星数が変化した瞬間に発生し、直ぐに Float 解に戻っていたことが分かった。また、共通条件として E5b 信号を受信していたことから、さらに実験を重ねて発生条件を把握していきたい。

参考文献

- 1) 山尾裕美, 鎌苅裕紀, 万所求, 古屋智秋, 辻宏道, 後藤清: 公共測量のためのマルチ GNSS 測量マニュアル(案)の制定: 国土地理院時報, No.127, 2015.
- 2) 宇野敬太, 佐田達典, 江守央: 高精度測位における GPS/QZSS と Galileo の併用効果に関する研究, 土木学会論文集 F3, Vol.75, No2, pp.78-86, 2019.

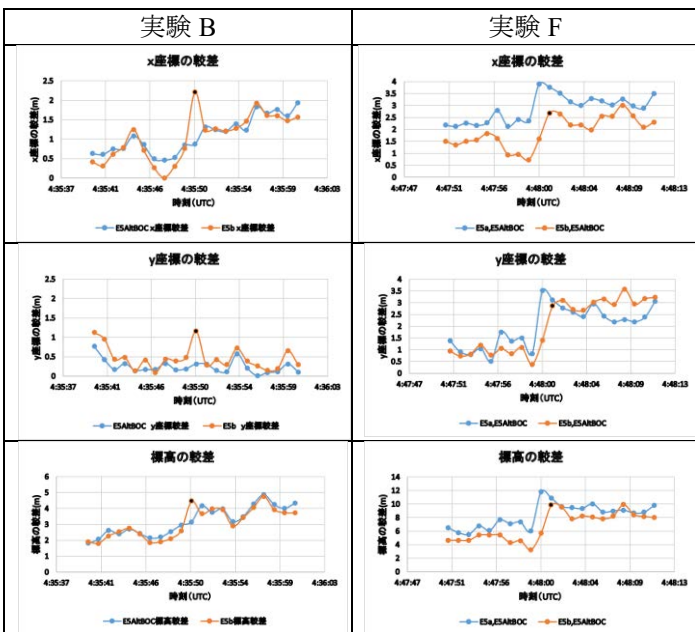


図-2 実験 B, F の各座標較差